kommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen; Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre, angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren ein-

Digitized by Google

fachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit, als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprozesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, S. 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Struktur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr wesentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren ken-

Digitized by Google

nen gelernt haben[15]). (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieser einfachsten von allen Organismen, ein fest-flüssiges, formloses und strukturloses Eiweißklümpchen, besteht in der That nur aus einer einzigen chemischen Verbindung, und ist ebenso vollkommen einfach in seiner Struktur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen organischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerde-Verbindung besteht.

Ebenso wie in der inneren Struktur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzenwelt dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien[23]) und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen eben so gut die realen Formen der anorganischen Krystalle wie der organischen Individuen erklären (Gen. Morph. I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augenblick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebenso wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder

Digitized by Google

amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w. der Fall ist. Wir sind also nicht im Stande, irgend einen prinzipiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Struktur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erscheinen so räthselhaft, so wunderbar, so eigenthümlich, daß die Meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrthümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich seit dem letzten Jahrzehnt, darf diese Ansicht als völlig überwunden angesehen werden. In der Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgend welche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte gewissermaßen nur in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Ueberzeugung gelangt, daß sämmtliche Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge, und ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig sind, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften oder Kräfte eines jeden Krystalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher

Digitized by Google

die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Lediglich die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception

Digitized by Google

und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Kapitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Struktur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Jener selbstständigen inneren Bildungskraft, welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestal-

Digitized by Google

tungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Krystallen ebenso gut wie bei den Organismen als Anpassung bezeichnen. Jedes Krystallindividuum muß sich während seiner Entstehung ganz ebenso wie jedes organische Individuum den umgebenden Einflüssen und Existenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpassen. In der That ist die Form und Größe eines jeden Krystalles abhängig von seiner gesammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Krystallisation stattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Krystall sich bildet, von der Anwesenheit oder Abwesenheit ungleichartiger Körper u. s. w. Die Form jedes einzelnen Krystalles ist daher ebenso wie die Form jedes einzelnen Organismus das Resultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber stehender Faktoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemische Konstitution der eigenen Materie gegeben ist, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt ist. Beide in Wechselwirkung stehende Gestaltungskräfte sind im Organismus ebenso wie im Krystall rein mechanischer Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Gestaltung der Organismen als einen Lebensprozeß bezeichnet, so kann man dasselbe eben so gut von dem sich bildenden Krystall behaupten. Die teleologische Naturbetrachtung, welche in den organischen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaschinen erblickt, muß folgerichtiger Weise dieselben auch in den Krystallformen anerkennen. Die Unterschiede, welche sich zwischen den einfachsten organischen Individuen und den anorganischen Krystallen vorfinden, sind durch den festen Aggregatzustand der letzteren, durch den festflüssigen Zustand der ersteren bedingt. Im Uebrigen sind die bewirkenden Ursachen der Form in beiden vollständig dieselben. Ganz besonders klar drängt sich Ihnen diese Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchst merkwürdigen Erscheinungen von dem Wachsthum, der Anpassung und der „Wechselbeziehung oder Correlation der Theile" bei den entstehenden Krystallen mit den entsprechenden Erscheinungen bei der Entstehung

Digitized by Google

der einfachſten organiſchen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwiſchen Beiden iſt ſo groß, daß wirklich keine ſcharfe Grenze zu ziehen iſt. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von ſchlagenden Thatſachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie dieſe „Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur", dieſe weſentliche Uebereinſtimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft, ſich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie ſich erinnern, daß wir nicht im Stande ſind, irgend welche fundamentalen Unterſchiede zwiſchen dieſen beiderlei Körpergruppen feſtzuſtellen (wie ſie früherhin allgemein angenommen wurden), ſo verliert die Frage von der Urzeugung ſehr viel von der Schwierigkeit, welche ſie auf den erſten Blick zu haben ſcheint. Es wird uns dann die Entwickelung des erſten Organismus aus anorganiſcher Materie als ein viel leichter denkbarer und verſtändlicher Prozeß erſcheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künſtliche abſolute Scheidewand zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder lebloſer Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt beſtimmter beantworten können, erinnern Sie ſich zunächſt daran, daß wir unter dieſem Begriff ganz allgemein die elternloſe Zeugung eines organiſchen Individuums, die Entſtehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verſtehen. In dieſem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengeſetzt (S. 164). Bei der letzteren entſteht das organiſche Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits beſtehenden Organismus ſich ablöſt und ſelbſtſtändig weiter wächſt (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder urſprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca, primaria etc.), müſſen wir zunächſt zwei weſentlich verſchiedene Arten unterſcheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie.

Digitized by Google

Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten organischen Individuums in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und beständigen Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze u. s. w.); Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen gelöst enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direkt mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Theil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente beziehen sich fast sämmtlich nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Interesse. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu lösen: „Giebt es eine Autogonie? Ist es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorganischer Materie entsteht?“ Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, und in dem letzten Jahrzehnt mit besonderem Eifer betrieben worden sind, bei Seite lassen; zumals sie meist ein negatives Resultat hatten. Angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein sicheres positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vorn herein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen

Digitized by Google

ſei. Die allermeiſten Naturforſcher, welche beſtrebt waren, dieſe Frage experimentell zu entſcheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorſichtsmaßregeln unter ganz beſtimmten Verhältniſſen keine Organismen entſtehen ſahen, ſtellten auf Grund dieſer negativen Reſultate ſofort die Behauptung auf: „Es iſt überhaupt unmöglich, daß Organismen von ſelbſt, ohne elterliche Zeugung, entſtehen.“ Dieſe leichtfertige und unüberlegte Behauptung ſtützen ſie einfach und allein auf das negative Reſultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweiſen konnten, als daß unter dieſen oder jenen, höchſt künſtlichen Verhältniſſen, wie ſie durch die Experimentatoren geſchaffen wurden, kein Organismus ſich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Verſuchen, welche meiſtens unter den unnatürlichſten Bedingungen in höchſt künſtlicher Weiſe angeſtellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich ſei. Die Unmöglichkeit eines ſolchen Vorganges kann überhaupt niemals bewieſen werden. Denn wie können wir wiſſen, daß in jener älteſten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, exiſtirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können ſogar mit voller Sicherheit poſitiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verſchieden geweſen ſein müſſen. Denken Sie allein an die Thatſache, daß die ungeheuren Maſſen von Kohlenſtoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erſt durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feſte Form gebracht, und die mächtig zuſammengepreßten und verdichteten Ueberreſte von zahlloſen Pflanzenleichen ſind, die ſich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entſtehung des tropfbar-flüſſigen Waſſers zum erſten Male Organismen durch Urzeugung ſich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenſtoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrſcheinlich größtentheils in Form von Kohlenſäure in der Atmoſphäre vertheilt. Die ganze Zuſammenſetzung der Atmoſphäre war alſo außerordentlich von der jetzigen verſchieden. Ferner waren, wie ſich aus chemiſchen, phy-

Digitized by Google

sikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. s. w. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Es bleibt also auf jeden Fall für uns, wenn wir auch sonst Nichts weiter davon wissen, die Annahme wenigstens nicht bestreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Räthselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist noch nicht fünfzig Jahre her, daß sämmtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht im Stande, irgend eine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung" künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mystische „Lebenskraft" sollte diese Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum ersten Male dieses Dogma thatsächlich widerlegte, und auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen" Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische" Kohlenstoffverbindungen rein künstlich in großer Mannichfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammengesetzten und zugleich die wichtigsten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasmakörper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten

Digitized by Google

zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind [15]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt schon acht verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167, sowie Taf. I und deren Erklärung im Anhang, S. 663). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein strukturloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme, sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren

Digitized by Google

chemiſchen Laboratorien ähnliche zuſammengeſetzte Kohlenſtoffverbindungen künſtlich herzuſtellen, ſo liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur ſich Verhältniſſe finden, unter denen ähnliche Verbindungen entſtehen können. Sobald man früherhin die Vorſtellung der Urzeugung zu faſſen ſuchte, ſcheiterte man ſofort an der organiſchen Zuſammenſetzung auch der einfachſten Organismen, welche man damals kannte. Erſt ſeitdem wir mit den höchſt wichtigen Moneren bekannt geworden ſind, erſt ſeitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zuſammengeſetzt ſind, welche bloß aus einer einzigen chemiſchen Verbindung beſtehen, und dennoch wachſen, ſich ernähren und fortpflanzen, iſt jene Hauptſchwierigkeit gelöſt, und die Hypotheſe der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrſcheinlichkeit gewonnen, welcher ſie berechtigt, die Lücke zwiſchen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Deſcendenztheorie auszufüllen. Es giebt ſogar ſchon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beſtändig durch Urzeugung entſteht. Das iſt der wunderbare, von Hurley entdeckte und beſchriebene Bathybius Haeckelii. Wie ich ſchon früher erwähnte (S. 165), findet ſich dieſes Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwiſchen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmaſträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht.

Nur ſolche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zuſammenſetzung aus einerlei Theilchen den anorganiſchen Kryſtallen gleichſtehen, konnten durch Urzeugung entſtehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derſelben haben wir als den wichtigſten Vorgang zunächſt die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem ſtrukturloſen Eiweißklümpchen anzuſehen. Dieſe können wir uns rein phyſikaliſch als Verdichtung der innerſten, centralen Eiweißtheilchen vorſtellen. Die dichtere centrale Maſſe, welche anfangs allmählich in das peripheriſche Plasma überging, ſonderte ſich ſpäter ganz von

Digitized by Google

dieſem ab und bildete ſo ein ſelbſtſtändiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch dieſen Vorgang iſt aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer ſolchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden ſein. Denn jedes Thier und jede Pflanze iſt im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Menſch ſo gut wie jedes andere Thier iſt anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin ſich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Ebenſo wie der Kern der organiſchen Zellen durch Sonderung aus der inneren oder centralen Maſſe der urſprünglich gleichartigen Plasmaklümpchen entſtand, ſo bildete ſich die erſte Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch dieſen einfachen, aber höchſt wichtigen Vorgang können wir, wie ſchon oben bemerkt, einfach phyſikaliſch erklären, entweder durch einen chemiſchen Niederſchlag oder eine phyſikaliſche Verdichtung in der oberflächlichſten Rindenſchicht, oder durch eine Ausſcheidung. Eine der erſten Anpaſſungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entſtandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenſchicht geweſen ſein, welche als ſchützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüſſe der Außenwelt abſchloß. War aber erſt durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entſtanden, ſo waren damit alle die fundamentalen Formen der Bauſteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zuſammenſetzung ſich erfahrungsgemäß der Körper ſämmtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie ſchon früher erwähnt wurde, beruht unſer ganzes Verſtändniß des Organismus weſentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgeſtellten Zellentheorie. Danach iſt jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die geſammten Formen und Lebenserſcheinungen eines jeden Organismus ſind das Geſammtreſultat der Formen und Lebenserſcheinungen aller einzelnen ihn zu-

Digitized by Google

sammensetzenden Zellen. Durch die neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen oder die organischen „Individuen erster Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzt oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verschiedenen Plastidenarten unterscheiden: 1. Urcytoden (S. 167, Fig. 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausscheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entstanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plastiden, welche außerdem noch vor-

Digitized by Google

kommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwickelungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsprozeß des Erdkörpers. Ich gebe zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direkt beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinenfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als solcher festzustellen sein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative versetzt: Entweder stammen dieselben wirklich direkt von den zuerst entstandenen oder „erschaffenen" ältesten Moneren ab, und dann müßten sie sich schon viele Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der ursprünglichen Form einfacher Plasmastückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren sind erst viel später im Laufe der organischen Erdgeschichte durch wiederholte Urzeugungs-Akte entstanden, und dann kann die Urzeugung ebenso gut noch heute stattfinden. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die we-

Digitized by Google

nigen erſten Organismen, von denen alle übrigen abſtammen, jedenfalls einfachſte Moneren oder Urcytoden, als ſolche geſchaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, ſich in mechaniſcher Weiſe weiter zu entwickeln. Ich überlaſſe es einem Jeden von Ihnen, zwiſchen dieſer Vorſtellung und der Hypotheſe der Urzeugung zu wählen. Mir ſcheint die Vorſtellung, daß der Schöpfer an dieſem einzigen Punkte willkürlich in den geſetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne ſeine Mitwirkung verläuft, ebenſo unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wiſſenſchaftlichen Verſtand zu ſein. Nehmen wir dagegen für die Entſtehung der erſten Organismen die Hypotheſe der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbeſondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, ſo gelangen wir zur Herſtellung eines ununterbrochenen natürlichen Zuſammenhanges zwiſchen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der geſammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgeſetze (Gen. Morph. I, 164).

Digitized by Google

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Aktive und paſſive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Waſſer und Wind. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologiſche Bedeutung der geologiſchen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagners „Migrationsgeſetz“. Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinſtimmung ihrer Folgerungen mit der Deſcendenztheorie.

Meine Herren! Wie ich ſchon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Deſcendenztheorie nicht darin, daß ſie uns dieſe oder jene einzelne Erſcheinung erläutert, ſondern darin, daß ſie uns die Geſammtheit der biologiſchen Phänomene erklärt, daß ſie uns alle botaniſchen und zoologiſchen Erſcheinungsreihen in ihrem inneren Zuſammenhange verſtändlich macht. Daher wird jeder denkende Forſcher um ſo feſter und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er ſeinen Blick von einzelnen biologiſchen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Geſammtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt. Laſſen

Digitized by Google

Sie uns nun jetzt, von dieſem umfaſſenden Standpunkt aus, ein biologiſches Gebiet überblicken, deſſen mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen beſonders einfach und lichtvoll durch die Selectionstheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verſtehe ich nicht nur die geographiſche Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verſchiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Feſtländer und Inſeln, Meere und Flüſſe; ſondern auch die topographiſche Verbreitung derſelben in verticaler Richtung, ihr Hinaufſteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabſteigen in die Tiefen des Oceans (Gen. Morph. II, 286).

Wie Ihnen bekannt ſein wird, haben die ſonderbaren chorologiſchen Erſcheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, ſchon ſeit längerer Zeit allgemeines Intereſſe erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt[39]) und Frederick Schouw die Geographie der Pflanzen, Berghaus und Schmarda die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl dieſe und manche andere Naturforſcher unſere Kenntniſſe von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wiſſens voll wunderbarer und intereſſanter Erſcheinungen zugänglich gemacht haben, ſo blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerſtreutes Wiſſen von einer Maſſe einzelner Thatſachen. Eine Wiſſenſchaft konnte man ſie nicht nennen, ſo lange uns die wirkenden Urſachen zur Erklärung dieſer Thatſachen fehlten. Dieſe Urſachen hat uns erſt die Selectionstheorie mit ihrer Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt, und erſt ſeit Darwin und Wallace können wir von einer ſelbſtſtändigen chorologiſchen Wiſſenſchaft reden.

Wenn man die geſammten Erſcheinungen der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen an und für ſich betrachtet, ohne Rückſicht auf die allmähliche Entwickelung der Arten, und

Digitized by Google

wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Blutsverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwickelungstheorie erhebt, so fällt mit einem Male ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und aktiven Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwin's unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, Speciesformen von höchst indifferenter Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten,

Digitized by Google

namentlich aber die einfachsten von allen, die Moneren, in ihrer specifischen Form mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entstanden seien. Denn die wenigen sehr einfachen Bedingungen, durch welche ihre specifische Form im Kampfe um's Dasein umgebildet wurde, können sich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren specifischen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, sondern durch Bastardzeugung entstanden sind, die früher erwähnten Bastardarten (S. 130, 245) wiederholt an verschiedenen Orten neu entstanden sein. Da uns jedoch diese verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher interessirt, so können wir in chorologischer Beziehung von ihnen absehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entstehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend gesichert angesehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Existenz an das Streben besessen, sich über die beschränkte Lokalität ihrer Entstehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes" oder besser gesagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das ist eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Uebervölkerungsverhältnisse (S. 144, 228). Je stärker eine Thier- oder Pflanzenart sich vermehrt, desto weniger reicht ihr beschränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, desto heftiger wird der Kampf um's Dasein, desto rascher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge dessen Auswanderung ein. Diese Wanderungen sind allen Organismen gemeinsam und sie sind die eigentliche Ursache der weiten Verbreitung der verschiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menschen aus den übervölkerten Staaten, so wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimath aus.

Digitized by Google

Auf die hohe Bedeutung dieſer ſehr intereſſanten Wanderungen der Organismen haben ſchon früher viele ausgezeichnete Naturforſcher, insbeſondere Lyell[11]), Schleiden u. A. wiederholt aufmerkſam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieſelben geſchehen, ſind äußerſt mannichfaltig. Darwin hat dieſelben im elften und zwölften Kapitel ſeines Werks, welche der „geographiſchen Verbreitung" ausſchließlich gewidmet ſind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel ſind theils aktive, theils paſſive; d. h. der Organismus bewerkſtelligt ſeine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm ſelbſt ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er ſich nicht ſelbſtthätig betheiligt.

Die aktiven Wanderungen ſpielen ſelbſtverſtändlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch ſeine Organiſation erlaubt iſt, deſto leichter kann dieſe Thierart wandern, und deſto raſcher ſich über die Erde ausbreiten. Am meiſten begünſtigt ſind in dieſer Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbeſondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliederthieren die Inſekten. Leichter als alle anderen Thiere konnten ſich dieſe beiden Klaſſen alsbald nach ihrer Entſtehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt ſich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche dieſe beiden großen Thierklaſſen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieſelben eine außerordentliche Anzahl von verſchiedenen Arten enthalten, und obwohl die Inſektenklaſſe allein mehr verſchiedene Species beſitzen ſoll, als alle übrigen Thierklaſſen zuſammengenommen, ſo ſtimmen dennoch alle dieſe unzähligen Inſektenarten, und ebenſo andererſeits die verſchiedenen Vögelarten, in allen weſentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organiſation ganz auffallend überein. Daher kann man ſowohl in der Klaſſe der Inſekten, als in derjenigen der Vögel, nur eine ſehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterſcheiden, und dieſe wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur ſehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen ſind lange

Digitized by Google

nicht ſo weit von einander verſchieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugethierklaſſe; und die an Genera- und Speciesformen äußerſt reichen Inſektenordnungen ſtehen ſich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklaſſe. Die durchgehende Parallele zwiſchen den Vögeln und Inſekten iſt auch in dieſer ſyſtematiſchen Beziehung ſehr intereſſant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichthums für die wiſſenſchaftliche Morphologie liegt darin, daß ſie uns zeigen, wie innerhalb des engſten anatomiſchen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der weſentlichen inneren Organiſation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform erreicht werden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweiſe und in der freieſten Ortsbewegung. In Folge deſſen haben ſich Vögel ſowohl als Inſekten ſehr raſch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Lokalitäten ſich angeſiedelt, und nun durch oberflächliche Anpaſſung an beſtimmte Localverhältniſſe ihre ſpecifiſche Form vielfach modifizirt.

Nächſt den fliegenden Thieren haben natürlich am raſcheſten und weiteſten ſich diejenigen ausgebreitet, die nächſtdem am beſten wandern konnten, die beſten Läufer unter den Landbewohnern, die beſten Schwimmer unter den Waſſerbewohnern. Das Vermögen derartiger aktiver Wanderungen iſt aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beſchränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch ſich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die feſtſitzenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seeſcheiden, die Seelilien, die Taſcheln, die Rankenkrebſe und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. feſtgewachſen ſind, genießen doch in ihrer Jugend wenigſtens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe ſie ſich feſtſetzen. Gewöhnlich iſt der erſte frei bewegliche Jugendzuſtand derſelben eine flimmernde Larve, ein rundliches Körperchen, welches mittelſt eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Waſſer umherſchwärmt und den Namen Gaſtrula führt. (Vergl. S. 443.)

Aber nicht auf die Thiere allein iſt das Vermögen der freien

Digitized by Google

Ortsbewegung und somit auch der aktiven Wanderung beschränkt, sondern selbst viele Pflanzen erfreuen sich desselben. Viele niedere Wasserpflanzen, insbesondere aus der Tangklasse, schwimmen in ihrer ersten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelst eines beweglichen Flimmerkleides, einer schwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes frei im Wasser umher und setzen sich erst später fest. Selbst bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer aktiven Wanderung sprechen. Der langgestreckte Stengel oder Wurzelstock derselben kriecht oder klettert während seines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert sich mittelst seiner weitverzweigten Aeste einen neuen Wohnort, in dem er sich durch Knospen befestigt, und neue Kolonien von anderen Individuen seiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch diese aktiven Wanderungen der meisten Thiere und vieler Pflanzen sind, so würden sie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr sind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigstens für die meisten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die passiven Wanderungen gewesen. Solche passive Ortsveränderungen werden durch äußerst mannichfaltige Ursachen hervorgebracht. Luft und Wasser in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung spielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derselben, Thiereier und Pflanzensamen, in die Höhe, und führt sie weithin über Land und Meer. Wo dieselben in das Wasser fallen, werden sie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumstämme, hartschalige Früchte und andere schwer verwesliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüsse und durch die Strömungen des Meeres von ihrer ursprünglichen Heimath weggeführt werden, ist aus zahlreichen Beispielen bekannt. Palmenstämme aus Westindien werden durch den Golfstrom nach den britischen und norwegischen

Digitized by Google

Küſten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen-Heimath in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwiſchen dem Wurzelwerk dieſer fortgetriebenen Pflanzen, zwiſchen dem Gezweige der fortgeſchwemmten Bäumſtämme ſitzen oft zahlreiche Bewohner derſelben, welche an der paſſiven Wanderung Theil nehmen müſſen. Die Baumrinde iſt mit Moos, Flechten und paraſitiſchen Inſekten bedeckt. Andere Inſekten, Spinnen u. dergl., ſelbſt kleine Reptilien und Säugethiere, ſitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten ſich feſt an den Zweigen. In der Erde, die zwiſchen die Wurzelfaſern eingeklemmt iſt, in dem Staube, welcher in den Rindenſpalten feſtſitzt, befinden ſich zahlloſe Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küſte oder einer fernen Inſel, ſo können die Gäſte, welche an der unfreiwilligen Reiſe Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlaſſen und ſich in dem neuen Vaterlande anſiedeln.

Eine ſeltſame beſondere Form dieſes Waſſertransportes vermitteln die ſchwimmenden Eisberge, die ſich alljährlich von dem ewigen Eiſe der Polarmeere ablöſen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen ſehr ſpärlich bevölkert ſind, ſo können doch manche von ihren Bewohnern, die ſich zufällig auf einem Eisberge während ſeiner Ablöſung befanden, mit demſelben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küſten gelandet werden. So iſt ſchon oft mit abgelöſten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küſten von Europa und Amerika geführt worden. Ja ſogar einzelne Eisfüchſe und Eisbären ſind ſo nach Island und den britiſchen Inſeln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Waſſertransport, beſitzt für die paſſiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unſere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruſte, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Waſſerbecken ſich findet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derſelben.

Digitized by Google

Viele von dieſen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden vollſtändig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, ſobald ſie befeuchtet werden. Jeder Windſtoß hebt mit dem Staube unzählige ſolche kleine Lebeweſen in die Höhe und führt ſie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von ſolchen, können oft weite paſſive Luftreiſen machen. Bei vielen Pflanzen ſind die Samenkörner mit leichten Federkronen verſehen, die wie Fallſchirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erſchweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengeſpinnſte, dem ſogenannten „fliegenden Weiber-Sommer", meilenweite Luftreiſen. Junge Fröſche werden durch Wirbelwinde oft zu Tauſenden in die Luft erhoben und fallen als ſogenannter „Froſchregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Inſekten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem ſie ſich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen; kommen ſie in China erſt wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Inſekten können aber wieder viele andere Organismen die Reiſe von einem Kontinent zum andern machen. Selbſtverſtändlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Paraſiten, deren Zahl Legion iſt: die Flöhe, Läuſe, Milben, Pilze u. ſ. w. In der Erde, die oft zwiſchen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, ſitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von ſolchen. Und ſo kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine kleine Flora oder Fauna mit vielen verſchiedenen Arten aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbeſondere die allgemeine Verbreitung der ſogenannten kosmopolitiſchen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologiſchen Thatſachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwaſſerbewohner in zahlreichen, weit von einander getrennten und ganz ge-

Digitized by Google

ſonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht exiſtiren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden werden? Daß jene Süßwaſſerbewohner die zwiſchen ihren Waſſergebieten liegenden Landſtrecken, daß dieſe Gebirgsbewohner die zwiſchen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weiſe aktiv oder paſſiv durchwandert hätten, iſt ſchwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenoſſe die Geologie zur Hülfe. Sie löſt uns jene ſchwierigen Räthſel vollſtändig.

Die Entwickelungsgeſchichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Waſſer an ihrer Oberfläche ſich in ewigem und ununterbrochenem Wechſel befindet. Ueberall finden in Folge von geologiſchen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort ſtärker vortretend oder nachlaſſend, Hebungen und Senkungen des Bodens ſtatt. Wenn dieſelben auch ſo langſam geſchehen, daß ſie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküſte nur um wenige Zolle, oder ſelbſt nur um ein paar Linien heben oder ſenken, ſo bewirken ſie doch im Laufe langer Zeiträume erſtaunliche Reſultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeſchichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, ſeit ſchon organiſches Leben auf der Erde exiſtirt, haben Land und Meer ſich beſtändig um die Herrſchaft geſtritten. Kontinente und Inſeln ſind unter Meer verſunken, und neue ſind aus ſeinem Schooße emporgeſtiegen. Seen und Meere ſind langſam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Waſſerbecken ſind durch Senkung des Bodens entſtanden. Halbinſeln wurden zu Inſeln, indem die ſchmale Landzunge, die ſie mit dem Feſtlande verband, unter Waſſer ſank. Die Inſeln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zuſammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einſt das Mittelmeer ein Binnenſee, als noch an Stelle der Gibraltarſtraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zuſammenhing. England hat mit dem europäiſchen Feſtlande ſelbſt wäh-

Digitized by Google

rend der neueren Erdgeſchichte, als ſchon Menſchen exiſtirten, wiederholt zuſammengehangen und iſt wiederholt davon getrennt worden. Ja ſogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zuſammenhang geſtanden. Die Südſee bildete einſt einen großen paciſiſchen Kontinent, und die zahlloſen kleinen Inſeln, die heute in derſelben zerſtreut liegen, waren bloß die höchſten Kuppen der Gebirge, die jenen Kontinent bedeckten. Der indiſche Ocean exiſtirte in Form eines Kontinents, der von den Sunda-Inſeln längs des ſüdlichen Aſiens ſich bis zur Oſtküſte von Afrika erſtreckte. Dieſer einſtige große Kontinent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteriſtiſchen Halbaffen Lemuria genannt hat, iſt zugleich von großer Bedeutung als die wahrſcheinliche Wiege des Menſchengeſchlechts, das hier ſich vermuthlich zuerſt aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz beſonders intereſſant iſt aber der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace[36]) mit Hülfe chorologiſcher Thatſachen geführt hat, daß der heutige malayiſche Archipel eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Abtheilungen beſteht. Die weſtliche Abtheilung, der indo-malayiſche Archipel, umfaßt die großen Inſeln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem aſiatiſchen Feſtlande und wahrſcheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zuſammen. Die öſtliche Abtheilung dagegen, der auſtral-malayiſche Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomons-Inſeln u. ſ. w. umfaſſend, ſtand früherhin mit Auſtralien in unmittelbarem Zuſammenhang. Beide Abtheilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Kontinente, ſind aber jetzt größtentheils unter den Meeresſpiegel verſunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwiſchen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund ſeiner genauen chorologiſchen Beobachtungen in der ſcharfſinnigſten Weiſe feſt zu beſtimmen vermocht.

So haben, ſeitdem tropfbar-flüſſiges Waſſer auf der Erde exiſtirt, die Grenzen von Waſſer und Land ſich in ewigem Wechſel verändert, und man kann behaupten, daß die Umriſſe der Kontinente und Inſeln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch ſich jemals gleich

Digitized by Google

geblieben ſind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küſten; und was das Land an dieſen Stellen beſtändig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der ſich zu feſtem Geſtein verdichtet und wieder über den Meeresſpiegel als neues Land ſich erhebt. Nichts kann irriger ſein, als die Vorſtellung von einem feſten und unveränderlichen Umriſſe unſerer Kontinente, wie ſie uns in früher Jugend ſchon durch unſeren mangelhaften, der geologiſchen Baſis entbehrenden geographiſchen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerkſam zu machen, wie äußerſt wichtig von jeher dieſe geologiſchen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge deſſen für ihre Chorologie geweſen ſein müſſen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieſelben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verſchiedenen Inſeln vorkommen können, obwohl ſie nicht das Waſſer zwiſchen denſelben durchwandern können, und wie andere, das Süßwaſſer bewohnende Arten in verſchiedenen geſchloſſenen Seebecken wohnen können, obgleich ſie nicht das Land zwiſchen denſelben zu überſchreiten vermögen. Jene Inſeln waren früher Bergſpitzen eines zuſammenhängenden Feſtlandes, und dieſe Seen ſtanden einſtmals in unmittelbarem Zuſammenhang. Durch geologiſche Senkung wurden die erſteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verſchiedenen Stellen der Erde ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen ſtattfanden und in Folge deſſen die Grenzen der geographiſchen Verbreitungsbezirke der Arten ſich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die aktiven und paſſiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten, ſo lernen wir vollſtändig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Faktor iſt aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographiſchen Bil-

Digitized by Google

des von großer Bedeutung ist, und manche sehr dunkle Thatsachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das ist nämlich der allmähliche Klima-Wechsel, welcher während des langen Verlaufs der organischen Erdgeschichte stattgefunden hat. Wie wir schon im vorhergehenden Vortrage gesehen haben, muß beim Beginne des organischen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrscht haben, als gegenwärtig stattfindet. Die Zonen-Unterschiede, die jetzt sehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrscheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrschte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißesten Tropenklima der Jetztzeit nahe stand oder dasselbe noch übertraf. Der höchste Norden, bis zu welchem der Mensch jetzt vorgedrungen ist, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächsen bedeckt, deren versteinerte Reste wir noch jetzt dort finden. Sehr langsam und allmählich nahm späterhin dieses Klima ab; aber immer noch blieben die Pole so warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erst in einer verhältnißmäßig sehr jungen Periode der Erdgeschichte, nämlich im Beginn der Tertiärzeit, erfolgte, wie es scheint, die erste wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und somit die erste Differenzirung oder Sonderung verschiedener Temperatur-Gürtel oder klimatischer Zonen. Die langsame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete sich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erste Eis entstand.

Wie wichtig dieser Klima-Wechsel für die geographische Verbreitung der Organismen und für die Entstehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropisches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder sich der eindringenden Kälte anzupassen oder vor derselben zu fliehen. Diejenigen Species, welche sich anpaßten und an die sinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch diese Acclimatisation selbst unter dem Einflusse der natürlichen

Digitized by Google

Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in niederen Breiten ein milderes Klima suchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abschnitte der Erdgeschichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs stehen. Vielmehr sank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja selbst weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Asien, Europa und Nord-Amerika bedeckte sich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zusammenhängenden Eisdecke, welche in unserem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben scheint. In ähnlicher Weise drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der südlichen Halbkugel mit einer starren Eisdecke. So blieb zwischen diesen gewaltigen lebentödtenden Eiskontinenten nur noch ein schmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organischen Welt sich zurückziehen konnte. Diese Periode, während welcher der Mensch oder wenigstens der Affenmensch bereits existirte, und welche den ersten Hauptabschnitt der sogenannten Diluvialzeit bildet, ist jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erste Naturforscher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der sogenannten Wanderblöcke oder erratischen Steinblöcke, sowie der „Gletscher-Schliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletscherung von Mittel-Europa nachwies, war der geistvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die selbstständigen Untersuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es später der Schweizer Naturforscher Louis Agassiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte sich besonders der Geologe Forbes um sie verdient, und verwerthete sie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographischen Verbreitung der Arten. Agassiz hingegen schadete späterhin der Theorie durch einsei-

Digitized by Google

tige Uebertreibung, indem er, der Kataſtrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die damit verbundene „Revolution" den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit ſelbſt und die ſcharfſinnigen Unterſuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlaſſung, und kann um ſo mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologiſche Literatur davon voll iſt. Sie finden eine ausführliche Erörterung derſelben vorzüglich in den Werken von Cotta[31]), Lyell[30]), Vogt[27]), Zittel[32]) u. ſ. w. Für uns iſt hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches ſie für die Erklärung der ſchwierigſten chorologiſchen Probleme beſitzt, und welches von Darwin ſehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Vergletſcherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographiſche und topographiſche Vertheilung der Organismen ausüben und dieſelbe gänzlich umgeſtalten mußte. Während die Kälte langſam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zuſammenhängenden Eisdecke überzog, mußte ſie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor ſich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn ſie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone bereits nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert geweſen ſein wird, ſo muß ſich zwiſchen dieſen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Daſein erhoben haben. In dieſem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtauſende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden ſein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieſer Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden ſein, als die Eiszeit ihren Höhenpunkt erreicht und überſchritten hatte, und als nunmehr in der poſtglacialen Periode die Tempe-

Digitized by Google

ratur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls iſt dieſer gewaltige Klimawechſel, mag man ſonſt demſelben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuſchreiben, eines derjenigen Ereigniſſe in der Erdgeſchichte, die am bedeutendſten auf die Vertheilung der organiſchen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein ſehr wichtiges und ſchwieriges chorologiſches Verhältniß dadurch in der einfachſten Weiſe erklärt: das iſt die ſpecifiſche Uebereinſtimmung vieler unſerer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die dieſen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinſam ſind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwiſchenraume zwiſchen beiden gefunden werden. Eine Wanderung derſelben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatiſchen Verhältniſſen undenkbar oder doch höchſtens nur in wenigen ſeltenen Fällen anzunehmen. Eine ſolche Wanderung konnte aber ſtattfinden, ja ſie mußte ſtattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletſcherung von Nord-Europa bis gegen unſere Alpenkette vordrang, ſo werden die davor zurückweichenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchſe und Schneehaſen, damals unſer deutſches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog ſich nur ein Theil dieſer arktiſchen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eiſe in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derſelben ſtieg ſtatt deſſen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zuſagende kalte Klima. So erklärt ſich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich inſofern verfolgt, als ſie uns die Ausſtrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte“ aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun ſind aber die Wanderungen der Thiere

Digitized by Google

und Pflanzen für die Entwickelungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein sehr wichtiges Hülfsmittel für die Entstehung neuer Arten erblicken müssen. Wenn Thiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimath Verhältnisse an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten, Existenzbedingungen verschieden sind. Diesen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zu Grunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigenthümlicher, specifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimath ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor Allem aber die neue Nachbarschaft der Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Species unter dem Einflusse des veränderten Kampfes um's Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Abarten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. s. w. von der alten Heimath getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Digitized by Google

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen ist vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz Wagner in München hervorgehoben worden. In einem besonderen Schriftchen über „Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“ [40]) führt Wagner aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Kapitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolirung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Species erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, „welche die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben“ in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsprozeß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. i. einer beginnenden Art, gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Kolonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen.“

Diesen drei Sätzen von Moritz Wagner kann Jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Isolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die

Digitized by Google

Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Kolonisten von ihren früheren Artgenossen kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die, im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind, und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkömmt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die ganze große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeboiden, Myxomyceten, Rhizopoden u. s. w., kurz alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschießlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesen gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzel-

Digitized by Google

füßer, zu welcher die kalkschaligen Acyttarien und die kieselschaligen Radiolarien gehören. (Vergl. den XVI. Vortrag).

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbstverständlich die Wagner'sche Theorie gar nicht anwendbar sein. Dasselbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei sehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Mantelthieren, den wirbellosen Verwandten der Wirbelthiere, und bei sehr vielen anderen Organismen aus verschiedenen Gruppen. Viele von diesen Arten sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entstehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte in Folge von Differenzirung oder Arbeitstheilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich alle Protisten, ebenso wie alle die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten".

Aber selbst wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagner's Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Koloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien", bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seiner Schrift „Ueber den Einfluß der Isolirung auf die Artbildung"[24]) jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und

Digitized by Google

demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth nochmals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten", diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind[37]).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist. Daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf um's Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen (vergl. S. 151).

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geo-

Digitized by Google

graphiſche und topographiſche Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche ſich alle wunderſchön aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen. Ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung auf die angeführten Schriften von Darwin[1]), Wallace[36]) und Moritz Wagner[40]), in denen die wichtige Lehre von den Verbreitungsſchranken, den Flüſſen, Meeren und Gebirgen, vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beiſpiele erläutert iſt. Nur drei Erſcheinungen mögen noch wegen ihrer beſonderen Bedeutung hier namentlich hervorgehoben werden. Das iſt erſtens die nahe Formverwandtſchaft, die auffallende „Familienähnlichkeit", welche zwiſchen den charakteriſtiſchen Lokalformen jedes Erdtheils und ihren ausgeſtorbenen, foſſilen Vorfahren in demſelben Erdtheil exiſtirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit" zwiſchen den Bewohnern von Inſelgruppen und denjenigen des nächſt angrenzenden Feſtlandes, von welchem aus die Inſeln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inſeln überhaupt in ihrer Zuſammenſetzung zeigt.

Alle dieſe von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologiſchen Thatſachen, namentlich die merkwürdigen Erſcheinungen der beſchränkten Lokal-Faunen und Floren, die Verhältniſſe der Inſelbewohner zu den Feſtlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der ſogenannten „kosmopolitiſchen Species", die nahe Verwandtſchaft lokaler Species der Gegenwart mit den ausgeſtorbenen Arten deſſelben beſchränkten Gebietes, die nachweisliche Ausſtrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle dieſe und alle übrigen Erſcheinungen, welche uns die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen darbietet, erklären ſich einfach und vollſtändig aus der Selections- und Migrationstheorie, während ſie ohne dieſelbe überhaupt nicht zu begreifen ſind. Wir erblicken daher in allen dieſen Erſcheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Digitized by Google

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Kulturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen

Digitized by Google

Völker sammeln. Viele erhoben sich selbst nicht über denjenigen Grad der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Kuriositäten zu sammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weise wie diese Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltsamkeit der Wappen, Briefmarken u. s. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderische Bildungskunst der Menschen bewundern, in ähnlicher Weise ergötzen sich die meisten Naturforscher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erstaunen über die reiche Phantasie des Schöpfers, über seine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die seltsame Laune, in welcher er neben so vielen schönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Diese kindliche Behandlung der systematischen Zoologie und Botanik wird durch die Abstammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und spielenden Interesses, mit welchem die Meisten bisher die organischen Gestalten betrachteten, tritt das weit höhere Interesse des erkennenden Verstandes, welcher in der Formverwandtschaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtschaft erblickt. Das natürliche System der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregister zur übersichtlichen Ordnung der verschiedenen Formen oder als Sachregister zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades schätzte, erhält durch die Abstammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Diese Stammtafel soll uns den genealogischen Zusammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie soll zu zeigen versuchen, in welcher Weise die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs den verschiedenen Zweigen, Aesten und Astgruppen ihres Stammbaums entsprechen. Jede weitere und höher stehende Kategorie oder Gruppenstufe des Systems (z. B. Klasse, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und stärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer stehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und schwächere

Digitized by Google

Gruppe von Aestchen. Nur wenn wir in dieser Weise das natürliche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen. (Gen. Morph. II, S. XVII, 397).

Indem wir an dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, festhalten, können wir uns jetzt zu einer der wesentlichsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" wenden, nämlich zur wirklichen Konstruktion der organischen Stammbäume. Lassen Sie uns sehen, wie weit wir vielleicht schon jetzt im Stande sind, alle verschiedenen organischen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinschaftlichen Stammformen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentarischen, bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen konstruiren? Die Antwort hierauf liegt schon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen ursächlichen Zusammenhang, welcher die paläontologische Entwickelung der ganzen organischen Stämme mit der embryologischen Entwickelung der Individuen und mit der systematischen Entwickelung der Gruppenstufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Versteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenztheorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgestorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, so müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Versteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretisch entwickelten Prinzip Ihnen dies erscheinen wird, so außerordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre praktische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einiger-

Digitized by Google

maßen vollſtändig erhalten wären. Das iſt aber keineswegs der Fall. Vielmehr iſt die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Verſteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollſtändig. Daher erſcheint es jetzt vor Allem nothwendig, dieſe Urkunde kritiſch zu prüfen, und den Werth, welchen die Verſteinerungen für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Stämme beſitzen, zu beſtimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Verſteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung" bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienſte um die Petrefaktenkunde betrachteten, ſo können wir jetzt ſogleich zur Unterſuchung der Bedingungen und Verhältniſſe übergehen, unter denen die organiſchen Körperreſte verſteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Verſteinerungen oder Petrefakten nur in denjenigen Geſteinen eingeſchloſſen, welche ſchichtenweiſe als Schlamm im Waſſer abgelagert wurden, und welche man deshalb neptuniſche, geſchichtete oder ſedimentäre Geſteine nennt. Die Ablagerung ſolcher Schichten konnte natürlich erſt beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeſchichte die Verdichtung des Waſſerdampfes zu tropfbar-flüſſigem Waſſer erfolgt war. Seit dieſem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, ſondern auch eine ununterbrochene und höchſt wichtige Umgeſtaltung der erſtarrten anorganiſchen Erdrinde. Das Waſſer begann ſeitdem jene außerordentlich wichtige mechaniſche Wirkſamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langſam, umgeſtaltet wird. Ich darf wohl als bekannt vorausſetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieſer Beziehung noch jetzt das Waſſer in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die oberſten Schichten der Erdrinde durchſickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löſt es verſchiedene mineraliſche Beſtandtheile des Bodens chemiſch auf und ſpült mechaniſch die locker zuſammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Waſſer den Schutt derſelben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im ſtehenden

Digitized by Google

Wasser ab. So arbeitet es beständig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenso arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerstörung der Küsten und an der Auffüllung des Meerbodens durch die herabgeschlämmten Trümmer. So würde schon die Thätigkeit des Wassers allein, wenn sie nicht durch andere Umstände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmassen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und sich auf dessen Boden absetzen, so bedeutend sind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zusammenhängenden Wasserschale umschlossen werden würde. Daß dies nicht geschieht, verdanken wir der fortdauernden vulkanischen Gegenwirkung des feurig-flüssigen Erdinneren. Diese Reaktion des geschmolzenen Kerns gegen die feste Rinde bedingt ununterbrochen wechselnde Hebungen und Senkungen an den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche. Meistens geschehen diese Hebungen und Senkungen sehr langsam; allein indem sie Jahrtausende hindurch fortdauern, bringen sie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Resultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Wassers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verschiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechseln, kömmt bald dieser bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beispiele dafür habe ich schon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321.) Es giebt wahrscheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge dessen schon wiederholt über oder unter dem Meeresspiegel gewesen wäre. Durch diesen vielfachen Wechsel erklärt sich die Mannichfaltigkeit und die verschiedenartige Zusammensetzung der zahlreichen neptunischen Gesteinschichten, welche sich an den meisten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verschiedenen Geschichtsperioden, während deren die Ablagerung statt fand, lebte eine mannichfach verschiedene

Digitized by Google

Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derſelben auf den Boden der Gewäſſer herabſanken, drückten ſie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. ſ. w. wurden unzerſtört in demſelben eingeſchloſſen. Sie blieben in dem Schlamm, der ſich zu neptuniſchen Geſtein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Verſteinerungen zur Charakteriſtik der betreffenden Schichten. Durch ſorgfältige Vergleichung der verſchiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Verſteinerungen iſt es ſo möglich geworden, ſowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu beſtimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeſchichte der Thier- und Pflanzenſtämme empiriſch feſtzuſtellen.

Die verſchiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptuniſchen Geſteine, welche in ſehr mannichfaltiger Weiſe aus Kalk, Thon und Sand zuſammengeſetzt ſind, haben die Geologen gruppenweiſe in ein ideales Syſtem zuſammengeſtellt, welches dem ganzen Zuſammenhange der organiſchen Erdgeſchichte entſpricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeſchichte, während deſſen organiſches Leben exiſtirte. Wie die ſogenannte „Weltgeſchichte“ in größere oder kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszuſtand der bedeutendſten Völker charakteriſirt und durch hervorragende Ereigniſſe von einander abgegrenzt werden, ſo theilen wir auch die unendlich längere organiſche Erdgeſchichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieſer Perioden iſt durch eine charakteriſtiſche Flora und Fauna, durch die beſonders ſtarke Entwickelung einer beſtimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede iſt von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweiſen Wechſel in der Zuſammenſetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Ueberſicht des hiſtoriſchen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenſtämme genommen haben, iſt es nothwendig, zunächſt hier die ſyſtematiſche Klaſſifikation der neptuniſchen Schichtengruppen und der denſelben entſprechenden

Digitized by Google

größeren und kleineren Geſchichtsperioden anzugeben. Wie Sie ſogleich ſehen werden, ſind wir im Stande, die ganze Maſſe der übereinanderliegenden Sedimentgeſteine in fünf oberſte Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Syſteme und jedes Syſtem von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von dieſen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. ſ. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabſchnittes der Erdgeſchichte, während eines Zeitalters, abgelagert; jedes Syſtem während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. ſ. w. Indem wir ſo die Zeiträume der organiſchen Erdgeſchichte und die während derſelben abgelagerten neptuniſchen und verſteinerungsführenden Erdſchichten in ein gegliedertes Syſtem bringen, verfahren wir genau wie die Hiſtoriker, welche die Völkergeſchichte in die drei Hauptabſchnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieſer Abſchnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Hiſtoriker durch dieſe ſcharfe ſyſtematiſche Eintheilung und durch die beſtimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Ueberſicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zuſammenhang der Ereigniſſe und der Völkerentwickelung leugnen will, ſo gilt ganz daſſelbe auch von unſerer ſyſtematiſchen Eintheilung, Specifikation oder Klaſſifikation der organiſchen Erdgeſchichte. Auch hier geht der rothe Faden der zuſammenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns alſo ausdrücklich gegen die Anſchauung, als wollten wir durch unſere ſcharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entſprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuſchöpfungen der organiſchen Bevölkerung anknüpfen. Daß dieſe irrige Lehre durch Lyell längſt gründlich widerlegt iſt, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Digitized by Google

Die fünf großen Hauptabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte oder der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, ſekundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes iſt durch die vorwiegende Entwickelung beſtimmter Thier- und Pflanzengruppen in demſelben beſtimmt charakteriſirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerſeits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererſeits durch die verſchiedenen Klaſſen des Wirbelthierſtammes anſchaulich bezeichnen. Dann wäre das erſte oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädelloſen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fiſche, das dritte oder ſekundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menſchen und ſeiner Kultur. Die Abſchnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterſcheiden (S. 344), werden durch die verſchiedenen Syſteme von Schichten beſtimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Laſſen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieſer Syſteme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den erſten und längſten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithiſche oder archozoiſche Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der erſten Urzeugung, von der Entſtehung des erſten irdiſchen Organismus, bis zum Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung. Während dieſes unermeßlichen Zeitraums, welcher wahrſcheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zuſammengenommen, lagerten ſich die drei mächtigſten von allen neptuniſchen Schichtenſyſtemen ab, nämlich zu unterſt das laurentiſche, darüber das cambriſche und darüber das ſiluriſche Syſtem. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieſer drei Syſteme zuſammengenommen beträgt ſiebzigtauſend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentiſche, 18,000 auf das cambriſche und 22,000 auf das ſiluriſche Syſtem. Die

Digitized by Google

durchschnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, sekundären, tertiären und quartären zusammengenommen, mag dagegen etwa höchstens 60,000 Fuß betragen, und schon hieraus, abgesehen von vielen anderen Gründen, ergiebt sich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammengenommen. Viele Millionen von Jahrhunderten müssen zur Ablagerung solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem sogleich zu erörternden metamorphischen Zustande, und dadurch sind die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, die ältesten und wichtigsten von allen, größtentheils zerstört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefakten in größerer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden. Die älteste von allen deutlich erhaltenen Versteinerungen, das später noch zu beschreibende „kanadische Morgenwesen" (Eozoon canadense) ist in den untersten laurentischen Schichten (in der Ottawaformation, am Lorenzostrome) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbarer Dokumente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, daß während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens ist bis jetzt unter allen archolithischen Petrefakten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzengruppen, zu der im Wasser lebenden Klasse der Tange oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantischen Sargassomeeres, eine ungefähre Vorstellung geben mögen. Die ko-

Digitized by Google

loſſalen Tangwälder der archolithiſchen Zeit erſetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Feſtlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reſte in den archolithiſchen Schichten gefunden hat, im Waſſer. Von den Gliederfüßern finden ſich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Inſekten. Von den Wirbelthieren ſind nur ſehr wenige Fiſchreſte bekannt, welche ſich in den jüngſten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müſſen die kopfloſen Wirbelthiere, welche wir Schädelloſe oder Akranien nennen, und aus denen ſich die Fiſche erſt entwickeln konnten, maſſenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir ſie ſowohl nach den Schädelloſen als nach den Tangen benennen.

Die Primärzeit oder das Zeitalter der Farnwälder, der zweite Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, welchen man auch das paläolithiſche oder paläozoiſche Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung bis zum Ende der permiſchen Schichtenbildung. Auch dieſer Zeitraum war von ſehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren ſich drei mächtige Schichtenſyſteme ablagerten, nämlich zu unterſt das devoniſche Syſtem oder der alte rothe Sandſtein, darüber das carboniſche oder Steinkohlenſyſtem, und darüber das permiſche Syſtem oder der neue rothe Sandſtein und der Zechſtein. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus ſich ſchon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devoniſchen und permiſchen Formationen ſind vorzüglich reich an Fiſchreſten, ſowohl an Urfiſchen, als an Schmelzfiſchen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfiſche. In der Steinkohle finden ſich die älteſten Reſte von landbewohnenden Thieren, und zwar ſowohl Gliederthieren (Spinnen und Inſekten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permiſchen Syſtem kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unſeren Eidechſen nahverwandte Formen (Proterosaurus ꝛc.).

Digitized by Google

Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fische nennen, weil diese wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithischen Fische zurücktreten. Ebenso wie die Fische unter den Wirbelthieren, so herrschten unter den Pflanzen während dieses Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar sowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Diese landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmasse der dichten paläolithischen Inselwälder, deren fossile Reste uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carbonischen Systems und in den schwächeren Kohlenlagern des devonischen und permischen Systems erhalten sind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben sowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fische zu nennen.

Der dritte große Hauptabschnitt der paläontologischen Entwickelungsgeschichte wird durch die Sekundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das mesolithische oder mesozoische Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permischen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideschichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die während dessen abgelagerten Schichtensysteme sind zu unterst das Triassystem, in der Mitte das Jurasystem, und zu oberst das Kreidesystem. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen bleibt schon weit hinter derjenigen der primären Systeme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Sekundärzeit wird demnach wahrscheinlich nicht halb so lang als die Primärzeit gewesen sein.

Wie in der Primärzeit die Fische, so herrschen in der Sekundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entstanden während dieses Zeitraums die ersten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, nämlich die riesigen Labyrinthodonten; im Meere schwammen die wunderbaren Seedrachen oder Halisaurier umher, und zu den zahlreich vorhandenen Urfischen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesell-

Digitized by Google

Ueberſicht

der paläontologiſchen Perioden oder der größeren Zeitabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte.

I. Erſter Zeitraum: **Archolithiſches Zeitalter.** Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädelloſen und der Tangwälder.)

1. Aeltere Archolith-Zeit	oder	Laurentiſche Periode.
2. Mittlere Archolith-Zeit	"	Cambriſche Periode.
3. Neuere Archolith-Zeit	"	Siluriſche Periode.

II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithiſches Zeitalter.** Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fiſche und der Farnwälder.)

4. Aeltere Paläolith-Zeit	oder	Devoniſche Periode.
5. Mittlere Paläolith-Zeit	"	Steinkohlen-Periode.
6. Neuere Paläolith-Zeit	"	Permiſche Periode.

III. Dritter Zeitraum: **Meſolithiſches Zeitalter.** Sekundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

7. Aeltere Meſolith-Zeit	oder	Trias-Periode.
8. Mittlere Meſolith-Zeit	"	Jura-Periode.
9. Neuere Meſolith-Zeit	"	Kreide-Periode.

IV. Vierter Zeitraum: **Caenolithiſches Zeitalter.** Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

10. Aeltere Caenolith-Zeit	oder	Eocaene Periode.
11. Mittlere Caenolith-Zeit	"	Miocaene Periode.
12. Neuere Caenolith-Zeit	"	Pliocaene Periode.

V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithiſches Zeitalter.** Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menſchen und der Kulturwälder.)

13. Aeltere Anthropolith-Zeit	oder	Eiszeit. Glaciale Periode.
14. Mittlere Anthropolith-Zeit	"	Poſtglaciale Periode.
15. Neuere Anthropolith-Zeit	"	Kultur-Periode.

(Die Kulturperiode iſt die hiſtoriſche Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

Digitized by Google

Ueberſicht

der paläontologiſchen Formationen oder der verſteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	Syſteme	Formationen	Synonyme der Formationen
V. Anthropolithiſche Terrains oder anthropozoiſche (quartäre) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praeſent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteralluviale
	XIII. Pleiſtocaen (Diluvium)	34. Poſtglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
IV. Caenolithiſche Terrains oder caenozoiſche (tertiäre) Schichtengruppen	XII. Pliocaen (Neutertiär)	32. Arvern	Oberpliocaene
		31. Subapennin	Unterpliocaene
	XI. Miocaen (Mitteltertiär)	30. Falun	Obermiocaene
		29. Limburg	Untermiocaene
	X. Eocaen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocaene
		27. Grobkalk	Mitteleocaene
		26. Londonthon	Untereocaene
III. Meſolithiſche Terrains oder meſozoiſche (ſekundäre) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. Weißkreide	Oberkreide
		24. Grünſand	Mittelkreide
		23. Neocom	Unterkreide
		22. Wealden	Wälderformation
	VIII. Jura	21. Portland	Oberoolith
		20. Oxford	Mitteloolith
		19. Bath	Unteroolith
		18. Lias	Liasformation
	VII. Trias	17. Keuper	Obertrias
		16. Muſchelkalk	Mitteltrias
		15. Buntſand	Untertrias
II. Paläolithiſche Terrains oder paläozoiſche (primäre) Schichtengruppen	VI. Permiſches (Neurothſand)	14. Zechſtein	Oberpermiſche
		13. Neurothſand	Unterpermiſche
	V. Carboniſches (Steinkohle)	12. Kohlenſand	Obercarboniſche
		11. Kohlenkalk	Untercarboniſche
	IV. Devoniſches (Altrothſand)	10. Pilton	Oberdevoniſche
		9. Ilfracombe	Mitteldevoniſche
		8. Linton	Unterdevoniſche
I. Archolithiſche Terrains oder archozoiſche (primordiale) Schichtengruppen	III. Siluriſches	7. Ludlow	Oberſilluriſche
		6. Landovery	Mittelſilluriſche
		5. Landeilo	Unterſilluriſche
	II. Cambriſches	4. Potsdam	Obercambriſche
		3. Longmynd	Untercambriſche
	I. Laurentiſches	2. Labrador	Oberlaurentiſche
		1. Ottawa	Unterlaurentiſche

Digitized by Google

ten ſich die erſten Knochenfiſche. Allein die ganz charakteriſtiſche und überwiegende Wirbelthierklaſſe der Sekundärzeit bildeten die höchſt mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben ſolchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechſen, Krokodilen und Schildkröten ſehr nahe ſtanden, wimmelte es in der meſolithiſchen Zeit überall von abenteuerlich geſtalteten Drachen. Insbeſondere ſind die merkwürdigen fliegenden Eidechſen oder Pteroſaurier und die koloſſalen Landdrachen oder Dinoſaurier der Sekundärzeit ganz eigenthümlich, da ſie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Sekundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, ſo könnte ſie andrerſeits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnoſpermen oder Nacktſamenpflanzen heißen. Denn dieſe Pflanzengruppe, vorzugsweiſe durch die beiden wichtigen Klaſſen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, ſetzte während der Sekundärzeit ganz überwiegend den Beſtand der Wälder zuſammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten ſich erſt gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als dieſe drei erſten Zeitalter war der vierte Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieſer Zeitraum, welcher auch caenolithiſches oder caenozoiſches Zeitalter heißt, erſtreckte ſich vom Ende der Kreideſchichtenbildung bis zum Ende der pliocaenen Schichtenbildung. Die während deſſen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei erſten Terrains zurück. Auch ſind die drei Syſteme, welche man in dem tertiären Terrain unterſcheidet, nur ſchwer von einander zu trennen. Das älteſte derſelben heißt eocaenes oder alttertiäres, das mittlere miocaenes oder mitteltertiäres und das jüngſte pliocaenes oder neutertiäres Syſtem.

Die geſammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert ſich im Ganzen und im Einzelnen ſchon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wir-

Digitized by Google

belthieren überwiegt von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Deckſamenpflanzen oder Angioſpermen vor, deren Laubhölzer die charakteriſtiſchen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angioſpermen beſteht aus den beiden Klaſſen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten ſich Angioſpermen aus beiden Klaſſen ſchon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten ſchon in der Jurazeit oder ſelbſt in der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Deckſamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrſchaft erſt in der Tertiärzeit, ſo daß man dieſe mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Quartärzeit oder Kulturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verſchwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komiſcher Selbſtüberhebung die „Weltgeſchichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menſchen und ſeiner Kultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organiſche Welt umgeſtaltend einwirkte, dieſes Zeitalter charakteriſirt, ſo könnte man daſſelbe auch die Menſchenzeit, das anthropolithiſche oder anthropozoiſche Zeitalter nennen. Es könnte allenfalls auch das Zeitalter der Kulturwälder heißen, weil ſelbſt auf den niedrigeren Stufen der menſchlichen Kultur ihr umgeſtaltender Einfluß ſich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugniſſe, und ſomit auch in der Phyſiognomie der Landſchaft bemerkbar macht. Geologiſch wird der Beginn dieſes Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocaenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptuniſchen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, ſind an den verſchiedenen Stellen der Erde von ſehr verſchiedener, meiſt aber von ſehr geringer Dicke. Man bringt dieſelben in zwei verſchiedene Syſteme, von denen man das ältere als diluvial oder pleiſtocaen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Sy-

Digitized by Google

ſtem zerfällt ſelbſt wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren poſtglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur ſtatt, welche zu einer ausgedehnten Vergletſcherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche dieſe „Eiszeit" oder Glacial-Periode für die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen gewonnen hat, iſt bereits im vorhergehenden Vortrage auseinander geſetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit", die poſtglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum ſtieg, und das Eis ſich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Geſtaltung der chorologiſchen Verhältniſſe höchſt bedeutungsvoll.

Der biologiſche Charakter der Quartärzeit liegt weſentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menſchlichen Organismus und ſeiner Kultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Menſch umgeſtaltend, zerſtörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus dieſem Grunde, — nicht weil wir dem Menſchen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur einräumen, — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menſchen mit ſeiner Kultur als Beginn eines beſonderen letzten Hauptabſchnitts der organiſchen Erdgeſchichte bezeichnen. Wahrſcheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenſchen aus menſchenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocaenen, vielleicht ſogar ſchon in der mittleren oder miocaenen Tertiärzeit ſtatt. Allein die eigentliche Entwickelung der menſchlichen Sprache, welche wir als den wichtigſten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menſchen und ſeiner Herrſchaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrſcheinlich erſt in jenen Zeitraum, welchen man aus geologiſchen Gründen als pleiſtocaene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocaenperiode trennt. Jedenfalls iſt derjenige Zeitraum, welcher ſeit der Entwickelung der menſchlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derſelbe auch

Digitized by Google

viele Jahrtausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren in Anspruch genommen haben, verschwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organischen Lebens auf der Erde bis zur Entstehung des Menschengeschlechts verflossen.

Die vorstehende tabellarische Uebersicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologischen Terrains, Systeme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptunischen Schichtengruppen, welche Versteinerungen einschließen, von den obersten oder alluvialen bis zu den untersten oder laurentischen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberstehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die historische Eintheilung der entsprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologischen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der ältesten laurentischen bis auf die jüngste quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammschichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts sich absetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der gesammten Dicke der geschichteten Gesteinsmassen, deren ideales System wir soeben überblickt haben. Diese Dicke mag im Ganzen durchschnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithische, 42,000 auf das primäre oder paläolithische, 15,000 auf das sekundäre oder mesolithische und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder caenolithische Terrain. Die sehr geringe und nicht annähernd bestimmbare durchschnittliche Dicke des quartären oder anthropolithischen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann sie höchstens durchschnittlich auf 500—700 Fuß anschlagen. Selbstverständlich haben aber alle diese Maßangaben nur einen ganz durchschnittlichen und annähernden Werth, und sollen nur dazu dienen, das relative Maßverhältniß der Schichtensysteme und der ihnen entsprechenden Zeitabschnitte ganz ungefähr zu überblicken.

Wenn man nun die gesammte Zeit der organischen Erdge-

Digitized by Google

ſchichte, d. h. den ganzen Zeitraum ſeit Beginn des Lebens auf der Erde bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchſchnittlichen Dickenverhältniß der Schichtenſyſteme entſprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabſchnitte oder Zeitalter nach Prozenten berechnet, ſo ergiebt ſich folgendes Reſultat. (Vergl. S. 352.)

I.	Archolithiſche oder Primordialzeit	53,6
II.	Paläolithiſche oder Primärzeit	32,1
III.	Meſolithiſche oder Sekundärzeit	11,5
IV.	Caenolithiſche oder Tertiärzeit	2,3
V.	Anthropolithiſche oder Quartärzeit	0,5
	Summa	100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithiſchen Zeitraums, während deſſen noch gar keine landbewohnenden Thiere und Pflanzen exiſtirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Prozent, dagegen die Länge des anthropolithiſchen Zeitraums, während deſſen der Menſch exiſtirte, kaum ein halbes Prozent von der ganzen Länge der organiſchen Erdgeſchichte. Es iſt aber ganz unmöglich, die Länge dieſer Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlammſchichten, welche während eines Jahrhunderts ſich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Baſis für dieſe Berechnung benutzen wollte, iſt an den verſchiedenen Stellen der Erde unter den ganz verſchiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung ſtattfindet, natürlich ganz verſchieden. Sie iſt ſehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüſſe mit kurzem Laufe, und in Landſeen, welche ſehr dürftige Zuflüſſe erhalten. Sie iſt verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküſten mit ſtarker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landſeen mit ſtarken Zuflüſſen. An der Mündung des Miſſiſippi, welcher ſehr bedeutende Schlammmaſſen mit ſich fortführt, würden in 100,000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küſten entfernt, werden ſich während dieſes langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm

Digitized by Google

abſetzen. Selbſt an den Küſten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn ſie nachher ſich zu feſtem Geſteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieſe Verhältniſſe gegründeten Berechnungen ganz unſicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorſtellen, welche zur Bildung jener neptuniſchen Schichtenſyſteme erforderlich waren. Nur relative, nicht abſolute Zeitmaße ſind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtenſyſteme allein als Maßſtab für die inzwiſchen wirklich verfloſſene Zeit der Erdgeſchichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beſtändig mit einander gewechſelt, und aller Wahrſcheinlichkeit nach entſpricht der mineralogiſche und paläontologiſche Unterſchied, den man zwiſchen je zwei auf einanderfolgenden Schichtenſyſtemen und zwiſchen je zwei Formationen derſelben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwiſchenraum von vielen Jahrtauſenden, während deſſen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Waſſer gehoben war. Erſt nach Ablauf dieſer Zwiſchenzeit, als eine neue Senkung dieſe Stelle wieder unter Waſſer brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenſchicht ſtatt. Da aber inzwiſchen die anorganiſchen und organiſchen Verhältniſſe an dieſem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammſchicht aus verſchiedenen Bodenbeſtandtheilen zuſammengeſetzt ſein und ganz verſchiedene Verſteinerungen einſchließen.

Die auffallenden Unterſchiede, die zwiſchen den Verſteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten ſo häufig ſtattfinden, ſind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derſelbe Punkt der Erdoberfläche wiederholten Senkungen und Hebungen ausgeſetzt wurde. Noch gegenwärtig finden ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen, welche man der Reaktion des feuer-flüſſigen Erdkerns gegen die erſtarrte Rinde zuſchreibt, in weiter Ausdehnung ſtatt. So zeigt z. B. die Küſte von Schweden und ein Theil

Digitized by Google

<table>
<tr><td colspan="2">IV. Caenolithiſche Schichten-Syſteme. 3000 Fuß.</td><td>Eocaen, Miocaen, Pliocaen.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">III. Meſolithiſche Schichten-Syſteme.
Ablagerungen der Sekundärzeit.
Circa 15,000 Fuß.</td><td>IX. Kreide-Syſtem.</td></tr>
<tr><td>VIII. Jura-Syſtem.</td></tr>
<tr><td>VII. Trias-Syſtem.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">II. Paläolithiſche
Schichten-Syſteme.
Ablagerungen
der Primärzeit.
Circa 42,000 Fuß.</td><td>VI. Permiſches
Syſtem.</td></tr>
<tr><td>V. Steinkohlen-
Syſtem.</td></tr>
<tr><td>IV. Devoniſches
Syſtem.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Tabelle
zur Ueberſicht der
neptuniſchen verſteine-
rungsführenden
Schichten-Syſteme
der Erdrinde
mit Bezug auf ihre
verhältnißmäßige
durchſchnittliche
Dicke.
(130,000 Fuß
circa.)</td><td rowspan="4">I. Archo-
lithiſche
Schichten-
Syſteme.
Ablagerungen
der
Primordial-
zeit.
Circa
70,000 Fuß.</td><td>III. Siluriſches
Syſtem.
Circa 22,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>II. Cambriſches
Syſtem.
Circa 18,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td>I. Laurentiſches
Syſtem.
Circa 30,000 Fuß.</td></tr>
<tr><td></td></tr>
</table>

Digitized by Google

von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergiebt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen He-

Digitized by Google

bungszeiträume nicht geringere Berückſichtigung als die damit abwechſelnden Senkungszeiträume, von deren organiſcher Bevölkerung uns die verſteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorſtellung geben. Wahrſcheinlich waren die erſteren durchſchnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus wird ſich Ihnen ergeben, wie unvollſtändig unſere Urkunde nothwendig ſein muß, um ſo mehr, da ſich theoretiſch erweiſen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Waſſer gehoben werden, bilden ſich neue Inſeln. Jede neue Inſel iſt aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verſchlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Daſein reiche Gelegenheit finden, ſich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieſer Zwiſchenzeiten, aus denen uns leider keine Verſteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweiſe ſtattgefunden, während umgekehrt bei der langſamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Ausſterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückſchritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwiſchenformen zwiſchen den alten und den neu ſich bildenden Species werden vorzugsweiſe während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine foſſilen Reſte hinterlaſſen.

Zu den ſehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologiſchen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umſtände hinzu, welche den hohen Werth derſelben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphiſche Zuſtand der älteſten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reſte der älteſten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz beſonderem Intereſſe ſein würden. Gerade dieſe Geſteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithiſchen Schichten, faſt das ganze laurentiſche und

Digitized by Google

ein großer Theil des cambrischen Systems enthalten gar keine kenntlichen Reste mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil diese Schichten durch den Einfluß des feuer-flüssigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphosirt worden sind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns sind diese tiefsten neptunischen Rindenschichten in ihrer ursprünglichen Schichtenstruktur gänzlich umgewandelt und in einen krystallinischen Zustand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeschlossenen organischen Reste ganz verloren. Nur hie und da wurde sie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem ältesten bekannten Petrefakte, bei dem Eozoon canadense aus den untersten laurentischen Schichten, der Fall ist. Jedoch können wir aus den Lagern von krystallinischer Kohle (Graphit) und krystallinischem Kalk (Marmor), welche sich in den metamorphischen Gesteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anwesenheit von versteinerten Pflanzen- und Thierresten in denselben schließen.

Außerordentlich unvollständig wird unsere Schöpfungsurkunde durch den Umstand, daß erst ein sehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologisch untersucht ist, vorzugsweise England, Deutschland und Frankreich. Dagegen wissen wir nur sehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier sind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeschlossen; der bei weitem größte Theil derselben ist uns unbekannt. Dasselbe gilt von Nordamerika und von Ostindien. Hier sind wenigstens einzelne Strecken untersucht. Dagegen vom größten Theil Asiens, des umfangreichsten aller Welttheile, wissen wir fast Nichts, — von Afrika fast Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküste, — von Neuholland fast Nichts, von Südamerika nur sehr Wenig. Sie sehen also, daß erst ein ganz kleines Stück, wohl kaum der tausendste Theil von der gesammten Erdoberfläche gründlich paläontologisch erforscht ist. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologischen Untersuchungen, denen namentlich die Anlage von Eisenbahnen und Bergwerken sehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Versteine-

Digitized by Google

rungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür ist uns durch die merkwürdigen Versteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer untersuchten Punkten von Afrika und Asien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und sehr eigenthümlichen Thierformen ist uns dadurch bekannt geworden. Freilich müssen wir andrerseits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologischen Forschungen ganz unzugänglich ist, und daß wir den größten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen entweder niemals oder im besten Fall erst nach Verlauf vieler Jahrtausende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten sein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Wasser und nur zu zwei Fünftheilen aus Festland besteht, so können Sie ermessen, daß auch in dieser Beziehung die paläontologische Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen selbst begründet sind. Vor allen ist hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der süßen Gewässer gelangen und hier in Schlamm eingeschlossen und versteinert werden können. Es sind also namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkschalen der Weichthiere, die Chitinskelete der Gliederthiere, die Kalkskelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinerung fähig sind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeisten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur sehr selten unter so günstigen Verhältnissen in den Schlamm, daß sie versteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme sich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klassen von Organismen, wie z. B. die Medusen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, fast alle Würmer und selbst die

Digitized by Google

niedersten Wirbelthiere gar keine festen und harten, versteinerungsfähigen Körpertheile besitzen. Ebenso sind gerade die wichtigsten Pflanzentheile, die Blüthen, meistens so weich und zart, daß sie sich nicht in kenntlicher Form konserviren können. Von allen diesen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine versteinerten Reste zu finden erwarten können. Ferner sind die Jugendzustände fast aller Organismen so weich und zart, daß sie gar nicht versteinerungsfähig sind. Was wir also von Versteinerungen in den neptunischen Schichtensystemen der Erdrinde vorfinden, das sind im Ganzen nur wenige Formen, und meistens nur einzelne Bruchstücke.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Aussicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammschichten versteinert zu erhalten, als die Bewohner der süßen Gewässer und des Festlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann versteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Wasser fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammschichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig ist. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Versteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur sehr wenige im fossilen Zustand erhalten sind. Welche Zufälligkeiten hierbei in's Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umstand beweisen, daß man von vielen fossilen Säugethieren, insbesondere von fast allen Säugethieren der Sekundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieser Knochen ist erstens verhältnißmäßig fest und löst sich zweitens sehr leicht von dem todten Cadaver, das auf dem Wasser schwimmt, ab. Während die Leiche vom Wasser fortgetrieben und zerstört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Wassers hinab und wird hier vom Schlamm umschlossen. Daraus erklärt sich allein die merkwürdige Thatsache, daß in einer Kalkschicht des Jurasystems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden sind, den ältesten Säugethieren, welche wir

Digitized by Google

kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derſelben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwickelungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müſſen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener Thiere war.

Für die kritiſche Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unſere Verſteinerungserkenntniß in der bedeutendſten Weiſe beeinfluſſen, ſind ferner auch die Fußſpuren ſehr lehrreich, welche ſich in großer Menge in verſchiedenen ausgedehnten Sandſteinlagern, z. B. in dem rothen Sandſtein von Connecticut in Nordamerika, finden. Dieſe Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrſcheinlich von Reptilien her, von deren Körper ſelbſt uns nicht die geringſte Spur erhalten geblieben iſt. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlaſſen haben, verrathen uns allein die vormalige Exiſtenz von dieſen uns ſonſt ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe beſtimmen, können Sie daraus ermeſſen, daß man von ſehr vielen wichtigen Verſteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es iſt kaum zehn Jahre her, ſeit wir mit dem unvollſtändigen Abdruck eines Vogels aus dem Juraſyſtem bekannt wurden, deſſen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklaſſe von der allergrößten Wichtigkeit iſt. Alle bisher bekannten Vögel ſtellten eine ſehr einförmig organiſirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklaſſen, auch nicht zu den nächſtverwandten Reptilien. Jener foſſile Vogel aus dem Jura dagegen beſaß keinen gewöhnlichen Vogelſchwanz, ſondern einen Eidechſenſchwanz, und beſtätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abſtammung der Vögel von den Eidechſen. Durch dieſes einzige Petrefakt wurde alſo nicht nur unſere Kenntniß von dem Alter der Vogelklaſſe, ſondern auch von ihrer Blutsverwandtſchaft mit den Reptilien weſentlich erweitert. Ebenſo ſind unſere Kenntniſſe von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen

Digitized by Google

Verſteinerung weſentlich umgeſtaltet worden. Da wir aber wirklich von ſehr vielen wichtigen Petrefakten nur ſehr wenige Exemplare oder nur Bruchſtücke kennen, ſo muß auch aus dieſem Grunde die paläontologiſche Urkunde höchſt unvollſtändig ſein.

Eine weitere und ſehr empfindliche Lücke derſelben iſt durch den Umſtand bedingt, daß die Zwiſchenformen, welche die verſchiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten ſind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſelben (nach dem Prinzip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Daſein ungünſtiger geſtellt waren, als die am meiſten divergirenden Varietäten, die ſich aus einer und derſelben Stammform entwickelten. Die Zwiſchenglieder ſind im Ganzen immer raſch ausgeſtorben und haben ſich nur ſelten vollſtändig erhalten. Die am ſtärkſten divergirenden Formen dagegen konnten ſich längere Zeit hindurch als ſelbſtſtändige Arten am Leben erhalten, ſich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter verſteinert werden. Dadurch iſt jedoch nicht ausgeſchloſſen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwiſchenformen der Arten ſich ſo vollſtändig verſteinert erhielten, daß ſie noch gegenwärtig die ſyſtematiſchen Paläontologen in die größte Verlegenheit verſetzen und endloſe Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel der Art liefert die berühmte vielgeſtaltige Süßwaſſerſchnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Würtemberg, welche bald als Paludina, bald als Valvata, bald als Planorbis multiformis beſchrieben worden iſt. Die ſchneeweißen Schalen dieſer kleinen Schnecke ſetzen mehr als die Hälfte von der ganzen Maſſe eines tertiären Kalkhügels zuſammen, und offenbaren dabei an dieſer einen Lokalität eine ſolche wunderbare Formen-Mannichfaltigkeit, daß man die am meiſten divergirenden Extreme als wenigſtens zwanzig ganz verſchiedene Arten beſchreiben und dieſe ſogar in vier ganz verſchiedene Gattungen verſetzen könnte. Aber alle dieſe extremen Formen ſind durch ſo maſſenhafte verbindende Zwiſchenformen verknüpft, und dieſe liegen ſo geſetzmäßig

Digitized by Google

über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarste den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenso finden sich bei sehr vielen anderen fossilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. s. w.) die verknüpfenden Zwischenformen in solcher Masse, daß sie die „fossilen Specieskrämer" zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältnisse erwägen, deren Reihe sich leicht noch vermehren ließe, so werden Sie sich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie sie durch die Versteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeschichte ist nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inschrift von Rosette und das Decret von Kanopus für die Völkergeschichte, für die Archäologie und Philologie besitzen. Wie es durch diese beiden uralten Inschriften möglich wurde, die Geschichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenschrift zu entziffern, so genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollständige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigsten Anhaltspunkte für die Geschichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für sich allein den sicheren Beweis geliefert, daß schon in der Triaszeit Säugethiere existirten.

Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberichtes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialekten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band bis auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hie und da ein kurzes Kapitel erhalten, und von je-

Digitized by Google

der Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

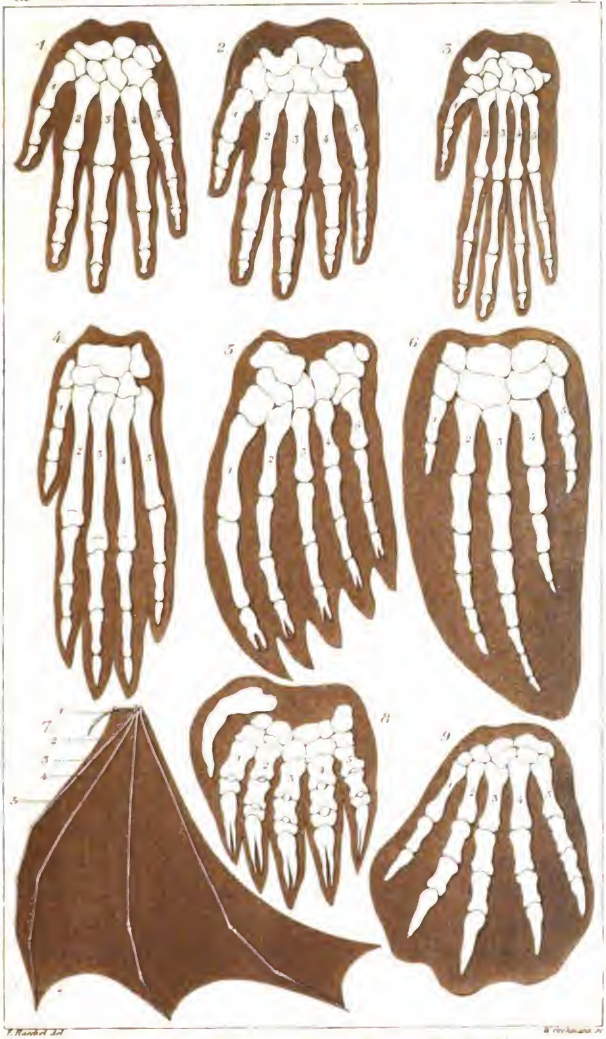
Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefakten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das höchst wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie." Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II, 6, 110, 300).

Digitized by Google

Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. *Besonders für die Erkenntniß der frühesten paläontologischen Entwickelungszustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe*, weil gerade von den ältesten Entwickelungszuständen der Stämme und Klassen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körperbeschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinerung könnte uns von der unschätzbar wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie gesellen sich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugnisse für die Blutsverwandtschaft der Organismen, welche uns die *vergleichende Anatomie* liefert. Wenn äußerlich sehr verschiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinstimmen, so können Sie daraus mit Sicherheit schließen, daß diese Uebereinstimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpassung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verschiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberstehenden Tafel IV abgebildet sind, und bei

Digitized by Google



1. Mensch 2. Gorilla 3. Orang 4. Hund 5. Stachund 6. Delphin.
7. Fledermaus 8. Maulwurf 9. Schnabelthier

denen das knöcherne Skelet-Gerüst im Innern der Hand und der fünf Finger sichtbar ist. Ueberall finden sich bei der verschiedensten äußeren Form dieselben Knochen in derselben Zahl, Lagerung und Verbindung wieder. Daß die Hand des Menschen (Fig. 1) von derjenigen seiner nächsten Verwandten, des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3) sehr wenig verschieden ist, wird vielleicht sehr natürlich erscheinen. Wenn aber auch die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4), sowie die Brustflosse (die Hand) des Seehundes (Fig. 5) und des Delphins (Fig. 6) ganz denselben wesentlichen Bau zeigt, so wird dies schon mehr überraschen. Und noch wunderbarer wird es Ihnen vorkommen, daß auch der Flügel der Fledermaus (Fig. 7), die Grabschaufel des Maulwurfs (Fig. 8) und der Vorderfuß des unvollkommensten aller Säugethiere, des Schnabelthiers (Fig. 9) ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt ist. Nur die Größe und Form der Knochen ist vielfach geändert. Die Zahl und die Art ihrer Anordnung und Verbindung ist dieselbe geblieben. (Vergl. auch die Erklärung der Taf. IV im Anhang.) Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

Digitized by Google

Sechzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs.

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Konſtruktion der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologiſchen Entwickelung, ſowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältniſſe, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer ſtufenweis verſchiedenen Formverwandtſchaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Blutsverwandtſchaft, welche nach der Deſcendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtſchaft iſt. Wir gelangen alſo, indem wir die empiriſchen Reſultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zuſammenſtellen, vergleichen, und zur gegenſeitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Syſtems, welches nach

Digitized by Google

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinen Werken auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur gelegentlich seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren." Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen." Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System" wirklich als „Stammbaum der Organismen" zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe 1866 in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert, wirklich zu konstruiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten

Digitized by Google

dieser Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abschreckenden Hindernisse dieselbe dennoch in Angriff nahm, beanspruchte ich weiter Nichts, als den ersten Versuch gemacht und zu weiteren und besseren Versuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meisten Zoologen und Botaniker von diesem Anfang sehr wenig befriedigt gewesen sein, und am wenigsten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder besonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, so ist gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Bessermachen, und daß bisher noch kein Naturforscher meine Stammbäume durch bessere oder überhaupt durch andere ersetzt hat, beweist am besten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wissenschaftlichen Hypothesen, welche zur Erklärung der Thatsachen dienen, werden auch meine genealogischen Hypothesen so lange auf Berücksichtigung Anspruch machen dürfen, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Hoffentlich wird dieser Ersatz recht bald geschehen, und ich wünschte Nichts mehr, als daß mein erster Versuch recht viele Naturforscher anregen möchte, wenigstens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzustellen. Durch zahlreiche derartige Versuche wird unsere genealogische Erkenntniß im Laufe der Zeit langsam fortschreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Bestimmtheit vorauszusehen ist, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologischen Grundlagen. Die ältesten Urkunden werden uns ewig verschlossen bleiben aus den früher bereits angeführten Ursachen. Die ältesten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müssen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche strukturlose Eiweißklümpchen, ohne jede bestimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Diese und ihre nächsten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im versteinerten Zustande durchaus nicht fähig. Ebenso fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage aus-

Digitized by Google

führlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahllosen paläontologischen Dokumenten, die zur sicheren Durchführung der Stammesgeschichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organischen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetischen Konstruktion dennoch unternehmen, so sind wir vor Allem auf die Unterstützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewiesen, welche das paläontologische Archiv in wesentlichster Weise ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir diese höchst werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, so machen wir zunächst die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeisten Organismen, insbesondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zusammengesetzt sind, ihren Ursprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieses Ei bei den Thieren ebenso wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle ist: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeschlossen ist. Diese kernhaltige Zelle wächst und vergrößert sich. Durch Theilung bildet sich ein Zellenhäufchen, und aus diesem entstehen durch Arbeitstheilung in der früher beschriebenen Weise die vielfach verschiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieser unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologischen Entwickelung jedes thierischen und pflanzlichen Individuums mit unseren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns sicherer und vollständiger, als alle Versteinerungen es thun könnten, über die ursprüngliche paläontologische Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologische Entwickelung jedes einzelnen Individuums nichts weiter ist, als ein kurzer Auszug der Phylogenie, eine Recapitulation der paläontologischen Entwickelung seiner Vorfahrenkette, so können wir daraus zunächst mit voller Sicherheit den ebenso

Digitized by Google

einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen urſprünglich von einzelligen Organismen abſtammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menſchen ſo gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zuſammengeſetzten Pflanzen waren einfache, iſolirt lebende Zellen. Dieſes unſchätzbare Geheimniß des organiſchen Stammbaumes wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Deſcendenztheorie uns entgegenhalten, es ſei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerſt complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen ſei, ſo entgegnen wir einfach, daß wir dieſes unglaubliche Wunder jeden Augenblick demonſtriren und mit unſeren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzeſter Zeit denſelben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entſtehung des ganzen Stammes ſtattgefunden hat.

Auf Grund der embryologiſchen Urkunden können wir alſo mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben ſo gut wie alle einzelligen urſprünglich von einfachen Zellen abſtammen; hieran würde ſich ſehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteſte Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinſam iſt. Denn die verſchiedenen uralten „Stammzellen", aus denen ſich die wenigen verſchiedenen Hauptgruppen oder „Stämme" (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verſchiedenheit ſelbſt erſt erworben haben, und könnten ſelbſt von einer gemeinſamen „Urſtammzelle" abſtammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen" oder dieſe eine „Urſtammzelle" her? Zur Beantwortung dieſer genealogiſchen Grundfrage müſſen wir auf die früher erörterte Plaſtidentheorie und die Urzeugungshypotheſe zurückgreifen. (S. 309.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entſtanden denken, ſondern nur Moneren. Urweſen der denkbar einfachſten Art, gleich den noch jetzt lebenden Protamoeben, Protomyxen u. ſ. w. (S. 167, Fig. 1). Nur ſolche

Digitized by Google

ſtrukturloſe Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib ſo gleichartig in ſich wie ein anorganiſcher Kryſtall iſt, und die dennoch die beiden organiſchen Grundfunktionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der laurentiſchen Zeit aus anorganiſcher Materie durch Autogonie entſtehen. Während einige Moneren auf der urſprünglichen einfachen Bildungsſtufe verharrten, bildeten ſich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes ſich von dem äußeren Zellſtoff ſonderte. Andererſeits bildete ſich durch Differenzirung der äußerſten Zellſtoffſchicht ſowohl um einfache (kernloſe) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch dieſe beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urſchleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entſtanden aus den urſprünglichen einfachſten Cytoden, den Moneren, jene vier verſchiedenen Arten von Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zuſammenſetzung ſich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 308.)

Hier wird ſich Ihnen nun zunächſt die Frage aufdrängen: Stammen alle organiſchen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen urſprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verſchiedene organiſche Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, ſelbſtſtändig durch Urzeugung entſtandenen Monerenart abzuleiten iſt. Mit anderen Worten: *Iſt die ganze organiſche Welt gemeinſamen Urſprungs, oder verdankt ſie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entſtehung?* Dieſe genealogiſche Grundfrage ſcheint auf den erſten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indeſſen werden Sie bei näherer Betrachtung bald ſehen, daß ſie daſſelbe nicht beſitzt, vielmehr im Grunde von ſehr untergeordneter Bedeutung iſt.

Laſſen Sie uns hier zunächſt den *Begriff des organiſchen*

Digitized by Google

Stammes näher in's Auge faſſen und feſt begrenzen. Wir verſtehen unter Stamm oder Phylum die Geſammtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtſchaft, deren Abſtammung von einer gemeinſamen Stammform aus anatomiſchen und entwickelungsgeſchichtlichen Gründen nicht zweifelhaft ſein kann, oder doch wenigſtens in hohem Maße wahrſcheinlich iſt. Unſere Stämme oder Phylen fallen alſo weſentlich dem Begriffe nach zuſammen mit jenen wenigen „großen Klaſſen" oder „Hauptklaſſen", von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur ſehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden dieſe Stämme im Weſentlichen mit jenen vier bis ſieben Hauptabtheilungen zuſammenfallen, welche die Zoologen ſeit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreiſe" des Thierreichs unterſcheiden. (Vergl. S. 48.) Bär und Cuvier unterſchieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterſcheidet man gewöhnlich ſieben, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenſo den Stamm der Strahlthiere in die drei Stämme der Sternthiere (Echinoderma), der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Urthiere (Protozoa) zerlegt. Innerhalb jedes der ſieben Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im innern Bau dennoch ſo zahlreiche und wichtige gemeinſame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtſchaft nicht zweifeln können. Daſſelbe gilt auch von den ſechs großen Hauptklaſſen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterſcheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moſe (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen ſelbſt wiederum unter ſich ſo nahe Beziehungen, daß man ſie als Thalluspflanzen (Thallo-

Digitized by Google

phyta) den drei ersten Hauptklassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Moose und Farne könnte man als Prothalluspflanzen (Prothallota) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothalluspflanzen und Thalluspflanzen.

Nun sprechen aber sehr gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptklassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum blutsverwandt sind. Ja bei weiter gehender Untersuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der andern von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesammtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (viel-

Digitized by Google

ſtämmige oder polyphyletiſche) Deſcendenzhypotheſe dagegen wird annehmen, daß mehrere verſchiedene Monerenarten durch Urzeugung entſtanden ſind, und daß dieſe mehreren verſchiedenen Hauptklaſſen (Stämmen oder Phylen) den Urſprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde iſt der ſcheinbar ſehr bedeutende Gegenſatz zwiſchen dieſen beiden Hypotheſen von ſehr geringer Wichtigkeit. Dieſe beiden, ſowohl die einheitliche oder monophyletiſche, als die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe, müſſen nothwendig auf Moneren als auf die älteſte Wurzel des einen oder der vielen organiſchen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, ſtrukturloſen und formloſen Maſſe, einer eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung beſteht, ſo können die Unterſchiede der verſchiedenen Moneren nur chemiſcher Natur ſein und nur in einer verſchiedenen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung jener ſchleimartigen Eiweißverbindung beſtehen. Dieſe feinen und verwickelten Miſchungsverſchiedenheiten der unendlich mannichfaltig zuſammengeſetzten Eiweißverbindungen ſind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menſchen gar nicht erkennbar, und daher auch für unſere vorliegende Aufgabe zunächſt von weiter keinem Intereſſe.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Urſprung wird ſich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es ſich um den Urſprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt ſein, die ſämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die andern die Vorſtellung vorziehen werden, daß mehrere verſchiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verſchiedenen Farngruppen hervorgegangen ſind. Ebenſo werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunſten der Annahme ſein, daß ſämmtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abſtammen, die andern dagegen mehr zu Gunſten der entgegengeſetzten Annahme, daß mehrere verſchiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verſchiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen ſind. Was das Menſchengeſchlecht ſelbſt betrifft, ſo werden die Einen

Digitized by Google

den Urſprung deſſelben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Andern ſich mehr zu der Vorſtellung neigen werden, daß mehrere verſchiedene Menſchenarten unabhängig von einander aus mehreren verſchiedenen Affenarten entſtanden ſind. Ohne uns hier ſchon beſtimmt für die eine oder die andere Auffaſſung auszuſprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen die einſtämmigen oder monophyletiſchen Deſcendenzhypotheſen mehr innere Wahrſcheinlichkeit beſitzen, als die vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Abſtammungshypotheſen. Der früher erörterte chorologiſche Satz von dem einfachen „Schöpfungsmittelpunkte“ oder der einzigen Urheimath der meiſten Species führt zu der Annahme, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entſtanden iſt. Insbeſondere darf man für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs dieſe einfache Stammeswurzel, dieſen monophyletiſchen Urſprung als geſichert annehmen (vergl. S. 313). Dagegen iſt es ſehr wohl möglich, daß die entwickeltere Deſcendenztheorie der Zukunft den polyphyletiſchen Urſprung für viele ſehr niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organiſchen Reiche nachweiſen wird.

Aus dieſem Grunde nehme ich gegenwärtig für das Thierreich einerſeits, für das Pflanzenreich andrerſeits eine einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz an. Hiernach würden alſo die oben genannten ſieben Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer unterſten Wurzel zuſammenhängen, und ebenſo die erwähnten drei bis ſechs Hauptklaſſen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinſamen älteſten Stammform abzuleiten ſein. Wie der Zuſammenhang dieſer Stämme zu denken iſt, werde ich in den nächſten Vorträgen erläutern. Zunächſt aber müſſen wir uns hier noch mit einer ſehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beſchäftigen, welche weder in den Stammbaum des Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des

Digitized by Google

Thierreichs ohne künſtlichen Zwang eingereiht werden können. Dieſe intereſſanten und wichtigen Organismen ſind die Urweſen oder Protiſten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protiſten zuſammenfaſſen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren geſammten Lebenserſcheinungen eine ſo merkwürdige Miſchung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, daß ſie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß ſeit mehr als zwanzig Jahren ein endloſer und fruchtloſer Streit darüber geführt wird, ob ſie in jenes oder in dieſes einzuordnen ſeien. Die meiſten Protiſten oder Urweſen ſind von ſo geringer Größe, daß man ſie mit bloßem Auge gar nicht wahrnehmen kann. Daher iſt die Mehrzahl derſelben erſt im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, ſeit man mit Hülfe der verbeſſerten und allgemein verbreiteten Mikroſkope dieſe winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer unterſuchte. Aber ſobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben ſich auch alsbald unaufhörliche Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Syſteme der Organismen. Viele von dieſen zweifelhaften Urweſen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte ſie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt ſowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; Jeder wollte ſie haben. Dieſe Widerſprüche ſind nicht etwa durch unſere unvollkommene Kenntniß der Protiſten, ſondern wirklich durch die Natur dieſer Weſen bedingt. In der That zeigen die meiſten Protiſten eine ſo bunte Vermiſchung von mancherlei thieriſchen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlaſſen bleibt, ob er ſie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er dieſe beiden Reiche definirt, je nachdem er dieſen oder jenen Charakter als beſtimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur anſieht, wird er die einzelnen Protiſtenklaſſen bald dem Thierreiche, bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Dieſe ſyſtematiſche Schwierigkeit iſt aber dadurch

Digitized by Google

zu einem ganz unauflöslichen Knoten geworden, daß alle neueren Unterſuchungen über die niederſten Organismen die bisher angenommene ſcharfe Grenze zwiſchen Thier- und Pflanzenreich völlig verwiſcht, oder wenigſtens dergeſtalt zerſtört haben, daß ihre Wiederherſtellung nur mittelſt einer ganz künſtlichen Definition beider Reiche möglich iſt. Aber auch in dieſe Definition wollen viele Protiſten durchaus nicht hineinpaſſen.

Aus dieſen und vielen andern Gründen iſt es jedenfalls, wenigſtens vorläufig, das Beſte, die zweifelhaften Zwitterweſen ſowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweiſen, und in einem zwiſchen beiden mitten inneſtehenden dritten organiſchen Reiche zu vereinigen. Dieſes vermittelnde Zwiſchenreich habe ich als Reich der Urweſen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im erſten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren [15]) habe ich kürzlich daſſelbe in etwas veränderter Begrenzung und in ſchärferer Definition erläutert. Als ſelbſtſtändige Klaſſen des Protiſtenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen anſehen: 1. die gegenwärtig noch lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Lobofen; 3. die Geißelſchwärmer oder Flagellaten; 4. die Flimmerkugeln oder Katallakten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieſelzellen oder Diatomeen; 7. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 8. die Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Die wichtigſten Gruppen, welche gegenwärtig in dieſen acht Protiſtenklaſſen unterſchieden werden können, ſind in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Tabelle (S. 377) namentlich angeführt. Wahrſcheinlich wird die Anzahl dieſer Protiſten durch die fortſchreitenden Unterſuchungen über die Ontogenie der einfachſten Lebensformen, die erſt ſeit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meiſten der genannten Klaſſen iſt man erſt in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die höchſt intereſſanten Moneren und Labyrinthuleen, ſowie die Katallakten, ſind ſogar erſt vor wenigen Jahren überhaupt entdeckt worden.

Digitized by Google

Wahrſcheinlich ſind auch ſehr zahlreiche Protiſtengruppen in früheren Perioden ausgeſtorben, ohne uns bei ihrer größtentheils ſehr weichen Körperbeſchaffenheit foſſile Reſte hinterlaſſen zu haben. Einen ſehr beträchtlichen Zuwachs würde unſer Protiſtenreich erhalten, wenn wir auch die formenreiche Klaſſe der Pilze (Fungi) an daſſelbe annectiren wollten. In der That weichen die Pilze durch ſo wichtige Eigenthümlichkeiten von den echten Pflanzen ab, daß man ſie ſchon mehrmals von dieſen letzteren ganz hat trennen wollen (vergl. S. 415). Nur proviſoriſch laſſen wir ſie hier im Pflanzenreich ſtehen.

Der Stammbaum des Protiſtenreichs iſt noch in das tiefſte Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thieriſchen und pflanzlichen Eigenſchaften, der indifferente und unbeſtimmte Charakter ihrer Formverhältniſſe und Lebenserſcheinungen, dabei andrerſeits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meiſten der genannten Klaſſen ſcharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Verſuch, ihre Blutsverwandtſchaft untereinander, oder mit den niederſten Thieren einerſeits, mit den niederſten Pflanzen andrerſeits, beſtimmter zu erkennen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protiſtenklaſſen ganz ſelbſtſtändige organiſche Stämme oder Phylen darſtellen, deren jeder ſich aus einem, vielleicht ſogar aus mehreren, durch Urzeugung entſtandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieſer vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Deſcendenzhypotheſe nicht beipflichten, und zieht man die einſtämmige oder monophyletiſche Annahme von der Blutsverwandtſchaft aller Organismen vor, ſo wird man die verſchiedenen Protiſtenklaſſen als niedere Wurzelſchößlinge zu betrachten haben, aus derſelben einfachen Monerenwurzel herausſproſſend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs entſtanden ſind. (Vergl. S. 398 und 399.) Bevor ich Ihnen dieſe ſchwierige Frage näher erläutere, wird es wohl paſſend ſein, noch Einiges über den Inhalt der vorſtehend angeführten Protiſtenklaſſen und ihre allgemeine Naturgeſchichte vorauszuſchicken.

Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

über die

größeren und kleineren Gruppen des Protiſtenreichs.

Klaſſen des Protiſtenreichs.	Syſtematiſcher Name der Klaſſen.	Ordnungen oder Familien der Klaſſen.	Ein Gattungsname als Beiſpiel.
1. Moneren	Monera	1 Gymnomonera	Bathybius
		2. Lepomonera	Protomyxa
2. Amoeben	Amoeboida	1. Gymnamoebae	Amoeba
		2. Lepamoebae	Arcella
3. Geißelſchwärmer	Flagellata	1. Nudiflagellata	Euglena
		2. Ciliofiagellata	Peridinium
		3. Cystoflagellata	Noctiluca
4. Flimmerkugeln	Catallacta	1. Catallacta	Magosphaera
5. Labyrinthläufer	Labyrinthuleae	1. Labyrinthuleae	Labyrinthula
6. Kieſelzellen	Diatomea	1. Striata	Navicula
		2. Vittata	Tabellaria
		3. Areolata	Coscinodiscus
7. Schleimpilze	Myxomycetes	1. Physareae	Aethalium
		2. Stemoniteae	Stemonitis
		3. Trichiaceae	Arcyria
		4. Lycogaleae	Reticularia
8. Wurzelfüßer oder Rhizopoden	I. Acyttaria	1. Monothalamia	Gromia
		2. Polythalamia	Nummulina
	II. Heliozoa	1. Heliozoa	Actinosphaerium
	III. Radiolaria	1. Monocyttaria	Cyrtidosphaera
		2. Polycyttaria	Collosphaera.

Digitized by Google

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erſter Klaſſe des Protiſtenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht ſeltſam vorkommen, da ich ja Moneren als die älteſten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme anſehe. Allein was ſollen wir ſonſt mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren anfangen? Wir wiſſen Nichts von ihrem paläontologiſchen Urſprung, wir wiſſen Nichts von irgend welchen Beziehungen derſelben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wiſſen Nichts von ihrer möglichen Entwickelungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das ſtrukturloſe und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet (Fig. 8), iſt

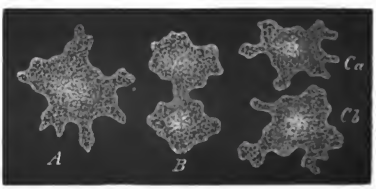


Fig. 8. Protamoeba primitiva, ein Moner des ſüßen Waſſers, ſtark vergrößert. *A.* Das ganze Moner mit ſeinen formwechſelnden Fortſätzen. *B.* Daſſelbe beginnt ſich in zwei Hälften zu theilen. *C.* Die Trennung der beiden Hälften iſt vollſtändig geworden und jede ſtellt nun ein ſelbſtſtändiges Individuum dar.

ebenſo die älteſte und urſprünglichſte Grundlage der thieriſchen wie der pflanzlichen Plaſtiden. Offenbar würde es daher ebenſo willkürlich und grundlos ſein, wenn man ſie dem Thierreiche, als wenn man ſie dem Pflanzenreiche anſchließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorſichtigſten und am meiſten kritiſch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht ſehr groß iſt, als eine ganz beſondere ſelbſtſtändige Klaſſe zuſammenfaſſen, welche wir allen übrigen Klaſſen ſowohl des Protiſtenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber ſtellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermaſſe, durch den völligen Mangel einer Zuſammenſetzung aus ungleichartigen Theilchen ſchließen ſich, rein morphologiſch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar

Digitized by Google

den Uebergang zwiſchen anorganiſcher und organiſcher Körperwelt, wie ihn die Hypotheſe der Urzeugung annimmt. Die Formen und die Lebenserſcheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“[15]) ausführlich beſchrieben und abgebildet, auch das Wichtigſte davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beiſpiel die Abbildung der ſüßwaſſerbewohnenden Protamoeba (Fig. 8). Die Lebensgeſchichte der orangerothen Protomyxa aurantiaca, welche ich auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet habe, iſt auf Tafel I (S. 168) abgebildet (vergl. die Erklärung deſſelben im Anhang). Außerdem füge ich hier noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Geſtalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meerestiefen bewohnt (S. 165).

Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Urſchleim Weſen“ der größten Meerestiefen. Die Figur zeigt in ſtarker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma Netzwerk darſtellt, ohne die Diskolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen deſſelben Moneres gefunden werden, und welche wahrſcheinlich als Ausſcheidungs Produkte deſſelben anzuſehen ſind.

Nicht weniger genealogiſche Schwierigkeiten, als die Moneren, bieten uns die Amoeben der Gegenwart, und die ihnen nächſtverwandten Organismen (Arcelliden und Gregarinen), welche wir hier als eine zweite Protiſtenklaſſe unter dem Namen der Amoeboiden (Lobosa) zuſammenfaſſen. Man ſtellt dieſe Urweſen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einſieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenloſe und kernfüh-

Digitized by Google

rende Plaſtiden, kommen eben ſowohl bei echten Pflanzen, als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) exiſtiren längere oder kürzere Zeit im Waſſer in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von den nackten Eiern mancher Thiere (z. B. der Siphonophoren-Meduſen) geradezu nicht zu unterſcheiden ſind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blaſentangs im XVII. Vortrag, S. 412.) Eigentlich iſt jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob ſie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kömmt, von einer ſelbſtſtändigen Amoebe nicht weſentlich verſchieden. Denn dieſe letztere iſt ſelbſt Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellſtoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zuſammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieſes Plasma aber, welche die freie Amoebe im Ausſtrecken und Einziehen formwechſelnder Fortſätze zeigt, iſt eine allgemeine Lebenseigenſchaft des organiſchen Plasma eben ſowohl in den thieriſchen wie in den pflanzlichen Plaſtiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beſtändig ändernde Amoebe in den Ruhezuſtand übergeht, ſo zieht ſie ſich kugelig zuſammen und umgiebt ſich mit einer ausgeſchwitzten Membran. Dann iſt ſie der Form nach ebenſo wenig von einem thieriſchen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterſcheiden (Fig. 10 A).

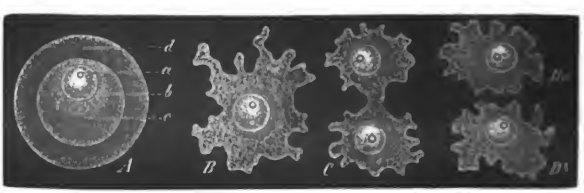


Fig. 10. Amoeba sphaerococcus (eine Amoebenform des ſüßen Waſſers ohne contractile Blaſe) ſtark vergrößert. *A* Die eingekapſelte Amoebe im Ruhezuſtand, beſtehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* nebſt Kernkörperchen *(a)* einſchließt. Die einfache Zelle iſt von einer Cyſte oder Zellenmembran *(d)* umſchloſſen. *B.* Die freie Amoebe, welche die Cyſte oder Zellhaut geſprengt und verlaſſen hat. *C.* Dieſelbe beginnt ſich zu theilen, indem ihr Kern

Digitized by Google

in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist *(Da* und *Db)*.

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10 B abgebildeten, welche in beständigem Wechsel formlose fingerähnliche Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden sich vielfach und sehr weit verbreitet im süßen Wasser und im Meere, ja sogar auf dem Lande kriechend vor. Dieselben nehmen ihre Nahrung in derselben Weise auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beschrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 C, D) beobachten, die ich bereits in einem früheren Vortrage Ihnen geschildert habe (S. 169). Viele von diesen formlosen Amoeben sind neuerdings als jugendliche Entwickelungszustände von anderen Protisten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöste Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farblosen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menschlichen Blute, sind von Amoeben nicht zu unterscheiden. Sie können gleich diesen feste Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerst durch Fütterung derselben mit feinzertheilten Farbstoffen nachgewiesen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 10 abgebildete) scheinen selbstständige „gute Species" zu sein, indem sie sich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder **nackten** Amoeben (Gymnamoebae) finden wir weitverbreitet, besonders im süßen Wasser, auch **beschalte** Amoeben (Lepamoebae), deren nackter Plasmaleib **theilweis** durch eine feste Schale (Arcella) oder selbst ein aus Steinchen zusammengeklebtes Gehäuse (Difflugia) geschützt ist. Obgleich diese Schale mannichfaltige Formen annimmt, entspricht dennoch ihr lebendiger Inhalt nur einer einzigen einfachen Zelle, die sich wie eine nackte Amoebe verhält.

Die einfachen nackten Amoeben sind für die gesammte Biologie, und insbesondere für die allgemeine Genealogie, nächst den Moneren die wichtigsten von allen Organismen. Denn offenbar entstanden

Digitized by Google

die Amoeben ursprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erste wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper stattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortschritt von einer einfachen (kernlosen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geschehen (vergl. Fig. 8 A und Fig. 10 B). Indem einige von diesen Zellen sich frühzeitig durch Ausschwitzung einer erstarrenden Membran abkapselten, bildeten sie die ersten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, sich zu den ersten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anwesenheit oder dem Mangel einer umhüllenden starren Membran liegt der wichtigste, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterschied der pflanzlichen und der thierischen Zellen. Indem die Pflanzenzellen sich schon frühzeitig durch Einschließung in ihre starre, dicke und feste Cellulose-Schale abkapseln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10 A, bleiben sie selbstständiger und den Einflüssen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meistens nackten oder nur von einer dünnen und biegsamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die ersteren nicht so wie die letzteren zur Bildung höherer, zusammengesetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfasern, Muskelfasern zusammenzutreten. Zugleich wird sich bei den ältesten einzelligen Organismen schon frühzeitig der wichtigste Unterschied in der thierischen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die ältesten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, so gut wie die freien Amoeben (Fig. 10 B) und die farblosen Blutzellen, feste Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die ältesten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapselt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüssige Nahrung (mittelst Diffusion) durch dieselbe durchtreten lassen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben ist diejenige der Geißelschwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klasse des Protistenreichs betrachten. Auch diese zeigt gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige

Digitized by Google

Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Tange, nicht zu unterscheiden, während andere sich unmittelbar den echten Thieren,

Fig. 11. Ein einzelner Geißelschwärmer (Euglena striata) stark vergrößert. Oben ist die fadenförmige schwingende Geißel sichtbar, in der Mitte der runde Zellenkern mit seinem Kernkörperchen.

und zwar den bewimperten Infusorien (Ciliata) anschließen. Die Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Kolonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in drei Ordnungen: die erste Ordnung (Nudiflagellata) wird vorzüglich durch die grünen Euglenen und Volvocinen gebildet; die zweite Ordnung (Cilioflagellata) durch die kieselschaligen Peridinien; die dritte Ordnung (Cystoflagellata) durch die pfirsichförmigen Noctiluken. Die beiden letzteren Ordnungen gehören zu den Hauptursachen des Meerleuchtens. Die grünen Euglenen erscheinen oft im Frühjahr zu Milliarden in unseren Teichen und färben durch ihre ungeheuren Massen das Wasser ganz grün.

Eine sehr merkwürdige neue Protistenform, welche ich Flimmerkugel (Magosphaera) genannt habe, ist im September 1869 von mir an der norwegischen Küste entdeckt und in meinen biologischen Studien[15]) eingehend geschildert worden (S. 137, Taf. V). Bei der Insel Gis-Oe in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres schwimmende äußerst zierliche kleine Kugeln (Fig. 12), zusammengesetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren spitzen Enden strahlenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löste sich die Kugel auf. Die einzelnen Zellen schwammen

Digitized by Google

Fig. 12. Die norwegiſche Flimmerkugel (Magosphaera planula) mittelſt ihres Flimmerkleides umherſchwimmend, von der Oberfläche geſehen.

ſelbſtſtändig im Waſſer umher, ähnlich gewiſſen bewimperten Infuſorien oder Ciliaten. Die Zellen ſenkten ſich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in den Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amoebe über (ähnlich Fig. 10 B). Die letztere kapſelte ſich ſpäter ein (wie in Fig. 10 A) und zerfiel dann durch fortgeſetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Furchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten ſich mit Flimmerhäärchen, durchbrachen die Kapſelhülle und ſchwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt ſich dieſer wunderbare Organismus, der bald als einfache Amoebe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erſcheint, in keiner der anderen Protiſtenklaſſen unterbringen und muß als Repräſentant einer neuen ſelbſtſtändigen Gruppe angeſehen werden. Da dieſelbe zwiſchen mehreren Protiſten in der Mitte ſteht und dieſelben mit einander verknüpft, kann ſie den Namen der Vermittler oder Katallakten führen.

Nicht weniger räthſelhafter Natur ſind die Protiſten der fünften Klaſſe, die Labyrinthläufer (Labyrinthuleae), welche erſt kürzlich von Cienkowski an Pfählen im Seewaſſer entdeckt wurden (Fig. 13). Es ſind ſpindelförmige, meiſtens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt ſitzen, bald in höchſt eigenthümlicher Weiſe ſich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weiſe ein netzförmiges Gerüſt von labyrinthiſch verſchlungenen Strängen, und in der ſtarren „Fadenbahn“ dieſes Gerüſtes rutſchen ſie umher. Der Geſtalt nach würde man die

Digitized by Google

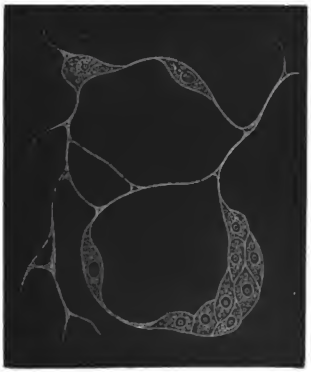


Fig. 13. Labyrinthula macrocystis (ſtark vergrößert). Unten eine Gruppe von zuſammengehäuften Zellen, von denen ſich links eine ſoeben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem ſtarren netzförmigen Gerüſte ihrer „Fadenbahn“ umherrutſchen.

Zellen der Labyrinthuleen für einfachſte Pflanzen, der Bewegung nach für einfachſte Thiere halten. In der That ſind ſie weder Thiere noch Pflanzen.

Fig. 14. Navicula hippocampus (ſtark vergrößert). In der Mitte der kieſelſchaligen Zelle iſt der Zellenkern (Nucleus) nebſt ſeinem Kernkörperchen (Nucleolus) ſichtbar.

Den Labyrinthuleen vielleicht nahverwandt ſind die Kieſelzellen (Diatomeae), eine ſechſte Protiſtenklaſſe. Dieſe Urweſen, welche jetzt meiſtens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforſchern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Maſſen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichſten Formen das Meer und die ſüßen Gewäſſer. Meiſt ſind es mikroſkopiſch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 14) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder feſtgewachſen ſind oder ſich in eigenthümlicher Weiſe rutſchend, ſchwimmend oder kriechend umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteriſtiſchen Farbſtoff bräunlich gelb gefärbt iſt, wird ſtets von einer feſten und ſtarren Kieſelſchale umſchloſſen, welche die zierlichſten und mannichfaltigſten Formen beſitzt. Dieſe Kieſelhülle iſt nur durch eine oder ein paar Spalten nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeſchloſſenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communici-

Digitized by Google

ren. Die Kieſelſchalen finden ſich maſſenhaft verſteinert vor und ſetzen manche Geſteine, z. B. den Biliner Polirſchiefer, das ſchwediſche Bergmehl, vorwiegend zuſammen.

Fig. 15. Ein geſtielter Fruchtkörper (Sporenblaſe, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (Physarum albipes), ſchwach vergrößert.

Eine ſiebente Protiſtenklaſſe bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Dieſe galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieſelben gänzlich von den Pilzen verſchieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten ſind. Allerdings iſt der reife Fruchtkörper derſelben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blaſe (Fig. 15), wie bei den bekannten Boviſten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derſelben kommen nicht die charakteriſtiſchen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, ſondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelſchwärmern umherſchwimmen (Fig. 11), ſpäter nach Art der Amoeben umherkriechen (Fig. 10 B) und endlich mit anderen ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zuſammenfließen. Aus dieſen entſteht dann unmittelbar der blaſenförmige Fruchtkörper. Wahrſcheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als ſogenannte „Lohblüthe" in Form einer ſchöngelben, oft mehrere Fuß breiten, ſalbenartigen Schleimmaſſe netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die ſchleimigen frei kriechenden Jugendzuſtände dieſer Myxomyceten, welche meiſtens auf faulenden Pflanzenſtoffen, Baumrinden u. ſ. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blaſenförmigen Fruchtzuſtände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Digitized by Google

Ebenso zweifelhaft ist auch die Natur der achten und letzten Klasse des Protistenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Diese merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Oberfläche schwimmend. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser (z. B. Gromia, Actinosphaerium). Die meisten besitzen feste, aus Kalkerde oder Kieselerde bestehende und höchst zierlich zusammengesetzte Schalen, welche in versteinertem Zustande sich vortrefflich erhalten. Oft sind dieselben zu dicken Gebirgsmassen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen sehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht sichtbar sind. Nur wenige erreichen einen Durchmesser von einigen Linien oder selbst von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klasse davon, daß ihr nackter schleimiger Leib an der ganzen Oberfläche Tausende von äußerst feinen Schleimfäden ausstrahlt, falschen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pseudopodien, welche sich wurzelförmig verästeln, netzartig verbinden, und in beständigem Formwechsel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplasten befindlich sind. Diese veränderlichen Scheinfüßchen dienen sowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klasse der Wurzelfüßer zerfällt in drei verschiedene Legionen, die Kammerwesen oder Acyttarien, die Sonnenwesen oder Heliozoen und die Strahlwesen oder Radiolarien. Die erste und niederste von diesen drei Legionen bilden die Kammerwesen (Acyttaria). Hier besteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem schleimigen Zellstoff oder aus Protoplasma, das nicht in Zellen differenzirt ist. Allein trotz dieser höchst primitiven Leibesbeschaffenheit schwitzen die Kammerwesen dennoch meistens eine feste, aus Kalkerde bestehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien ist diese Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder schneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegensatz zu diesen Einkammerwesen (Monothalamia) besitzen die

Digitized by Google

Vielkammerweſen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuſe, welches aus zahlreichen Kammern in ſehr künſtlicher Weiſe zuſammengeſetzt iſt. Bald liegen dieſe Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentriſchen Kreiſen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Dieſe Bildung beſitzen z. B. die Nummuliten, deren linſenförmige Kalkſchalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküſte ganze Gebirge zuſammenſetzen. Die Steine, aus denen die egyptiſchen Pyramiden aufgebaut ſind, beſtehen aus ſolchem Nummulitenkalk. In den meiſten Fällen ſind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern ſtehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palaſtes, und ſind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenſter geöffnet, aus denen der ſchleimige Körper formwechſelnde Scheinfüßchen ausſtrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieſes Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung ſeiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, iſt dieſer ganze künſtliche Palaſt das ausgeſchwitzte Produkt einer vollkommen formloſen und ſtrukturloſen Schleimmaſſe! Fürwahr, wenn nicht ſchon die ganze neuere Anatomie der thieriſchen und pflanzlichen Gewebe unſere Plaſtidentheorie ſtützte, wenn nicht alle allgemeinen Reſultate derſelben übereinſtimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserſcheinungen und Lebensformen auf die aktive Thätigkeit der formloſen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen iſt, die Polythalamien allein ſchon müßten unſerer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir in jedem Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerſt von Dujardin und Max Schulze feſtgeſtellte Thatſache durch das Mikroſkop nachweiſen, daß der formloſe Schleim des weichen Plasmakörpers, dieſer wahre „Lebensſtoff", die zierlichſten, regelmäßigſten und verwickeltſten Bildungen auszuſcheiden vermag. Dies iſt einfach

Digitized by Google

eine Folge von vererbter Anpassung, und wir lernen dadurch verstehen, wie derselbe „Urschleim", dasselbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verschiedensten und complicirtesten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz besonderem Interesse ist es noch, daß zu den Polythalamien auch der älteste Organismus gehört, dessen Reste uns in versteinertem Zustande erhalten sind. Dies ist das früher bereits erwähnte „kanadische Morgenwesen", Eozoon canadense, welches vor wenigen Jahren in der Ottawaformation (in den tiefsten Schichten des laurentischen Systems) am Ottawaflusse in Canada gefunden worden ist. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in diesen ältesten Ablagerungen der Primordialzeit noch organische Reste zu finden, so konnten wir vor Allen auf diese einfachsten und doch mit einer festen Schale bedeckten Protisten hoffen, in deren Organisation der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt ist.

Von der zweiten Klasse der Wurzelfüßer, von den Sonnenwesen (Heliozoa), kennen wir nur wenige Arten. Eine Art, das sogenannte „Sonnenthierchen", findet sich in unseren süßen Gewässern sehr häufig. Schon im vorigen Jahrhundert wurde dasselbe von Pastor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erscheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter dem Mikroskope sieht man Tausende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausstrahlen, und bemerkt, daß eine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht zu unterscheiden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwesen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die strukturlosen Acyttarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien. Verwandter Natur ist die Gattung Cystophrys.

Die Strahlwesen (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Klasse der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnenwesen und Kammerwesen an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von beiden unter-

Digitized by Google

ſcheiden ſie ſich weſentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zuſammengeſetzt und von einer feſten Membran umhüllt iſt. Dieſe geſchloſſene, meiſtens kugelige „Centralkapſel“ iſt in eine ſchleimige Plasmaſchicht eingehüllt, von welcher überall Tauſende von höchſt feinen Fäden, die veräſtelten und zuſammenfließenden Scheinfüßchen, ausſtrahlen. Dazwiſchen ſind zahlreiche gelbe Zellen von räthſelhafter Bedeutung zerſtreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meiſten Radiolarien zeichnen ſich durch ein ſehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieſelerde beſteht und eine wunderbare Fülle der zierlichſten und ſeltſamſten Formen zeigt. Bald bildet dieſes Kieſelſkelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künſtliches Syſtem von mehreren concentriſchen Gitterkugeln, welche in einander geſchachtelt und durch radiale Stäbe verbunden ſind. Meiſtens ſtrahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale beſteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieſelſtern und iſt dann meiſtens aus zwanzig, nach einem beſtimmten mathematiſchen Geſetze vertheilten und in einem gemeinſamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zuſammengeſetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuſe wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine ſolche Fülle der verſchiedenartigſten Grundformen und eine ſo geometriſche Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichſten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meiſten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet [23]). Hier gebe ich Ihnen als Beiſpiel nur die Abbildung von einer der einfachſten Geſtalten, der Cyrtidosphaera echinoides von Nizza. Das Skelet beſteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapſel (c) locker umſchließt. Von der Schleimhülle, welche die letztere umgiebt, ſtrahlen ſehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche links zum Theil zurückgezogen und in eine

Digitized by Google

klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (l) zerstreut.

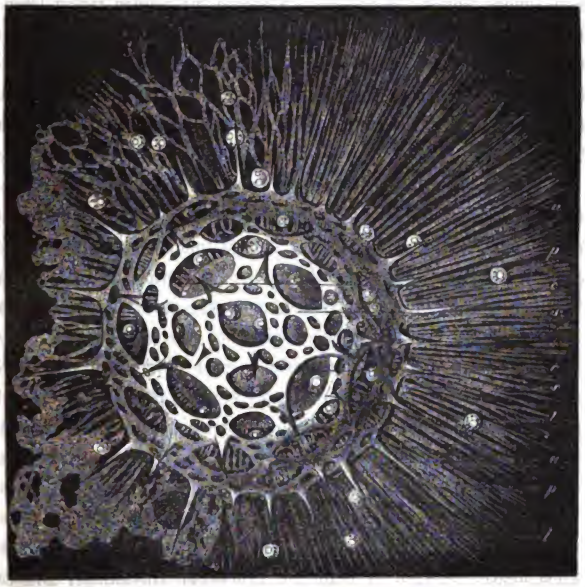


Fig. 16. Cyrtidosphaera echinoides, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapsel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieselschale. a. Radiale Stacheln, welche von derselben ausstrahlen. p. Pseudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapsel umgebenden Schleimhülle ausstrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwischen zerstreut sind, und Amylumkörner enthalten.

Während die Acyttarien meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, schwimmen dagegen die Radiolarien größtentheils an der Oberfläche des Meeres, mit rings ausgestreckten Pseudopodien flottirend. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens so klein, daß man sie fast völlig übersah und erst seit zwanzig Jahren ge-

Digitized by Google

nauer kennen lernte. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien), bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmesser. Dagegen die meisten isolirt lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie an manchen Stellen ganze Berge zusammensetzen, z. B. die Nikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protistenklassen vermuthlich nur sehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplasten). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmesser von mehreren Linien oder selbst einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, ersetzen sie durch die Produktion erstaunlicher Massen von Individuen, und greifen dadurch oft sehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreste der gestorbenen Protisten, wie die Kieselschalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkschalen der Acyttarien, setzen oft dicke Gebirgsmassen zusammen.

In ihren *Lebenserscheinungen*, insbesondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, schließen sich die einen Protisten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme sowohl als der Stoffwechsel gleichen bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. *Freie Ortsbewegung* kommt vielen Protisten zu, während sie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entscheidender Charakter, da wir auch

Digitized by Google

unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieſelbe beſitzen. Eine Seele beſitzen alle Protiſten, ſo gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protiſten äußert ſich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechaniſchen, elektriſchen, chemiſchen Reizen u. ſ. w. in ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtſein, Willens- und Denk-Vermögen ſind vielleicht in demſelben geringen Grade vorhanden, wie bei vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in dieſen Beziehungen nicht hinter den niederen Menſchen zurückſtehen. Wie bei allen übrigen Organismen, ſo ſind auch bei den Protiſten die Seelenthätigkeiten auf Molekular-Bewegungen im Protoplasma zurückzuführen.

Der wichtigſte phyſiologiſche Charakter des Protiſtenreichs liegt in der ausſchließlich ungeſchlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen vermehren ſich faſt ausſchließlich nur auf geſchlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren ſich zwar auch vielfach auf ungeſchlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. ſ. w.; allein daneben findet ſich bei denſelben doch faſt immer noch die geſchlechtliche Fortpflanzung, oft mit erſterer regelmäßig in Generationen abwechſelnd (Metageneſis S. 185). Sämmtliche Protiſten dagegen pflanzen ſich ausſchließlich nur auf dem ungeſchlechtlichen Wege fort und der Gegenſatz der beiden Geſchlechter iſt bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entſtanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protiſten.

Wie die Protiſten in ihren Lebenserſcheinungen zwiſchen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwiſchen den niederſten Formen derſelben) mitten inne ſtehen, ſo gilt daſſelbe auch von der chemiſchen Zuſammenſetzung ihres Körpers. Einer der wichtigſten Unterſchiede in der chemiſchen Zuſammenſetzung des Thier- und Pflanzenkörpers beſteht in ſeiner charakteriſtiſchen Skeletbildung. Das Skelet oder das feſte Gerüſte des Körpers beſteht bei den meiſten echten

Digitized by Google

Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwitzungsprodukt des stickstoffhaltigen Zellstoffs oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist das Skelet vorzugsweise oder ganz aus Kieselerde gebildet, welche sowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der aktive Lebensstoff ist aber in allen Fällen das schleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protisten ist insbesondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers fast immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwickelung stehen bleibt. Sehr viele Protisten bleiben zeitlebens einfache Plastiden oder Individuen erster Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Kolonien oder Staaten von Plastiden; allein auch diese höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meistens auf einer sehr niedrigen Ausbildungsstufe. Die Bürger dieser Plastidengemeinden bleiben sehr gleichartig, gehen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenso wenig ihren staatlichen Organismus zu höheren Leistungen zu befähigen, als etwa in Bezug auf das menschliche Gemeinwesen die Wilden Neuhollands dies können. Der Zusammenhang der Plastiden bleibt auch meistens sehr locker, und jede einzelne bewahrt ihre individuelle Selbstständigkeit.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächst der niederen Individualitätsstufe die Protisten besonders auszeichnet, ist der niedere Ausbildungsgrad ihrer stereometrischen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, ist bei den meisten Organismen sowohl in der Gesammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine bestimmte geometrische Grundform nachzuweisen. Diese ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zusammensetzenden Theile bestimmt ist, verhält sich zu der

Digitized by Google

realen organischen Form ähnlich, wie sich die ideale geometrische Grundform der Krystalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meisten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen ist diese Grundform eine Pyramide, und zwar bei den sogenannten „strahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, sogenannten „bilateral-symmetrischen" Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im ersten Bande der gen. Morph.) Bei den Protisten ist diese Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrscht, im Ganzen selten, und statt dessen ist die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär), oder es ist die Grundform eine einfachere, reguläre, geometrische Form; insbesondere sehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipsoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Polyeder (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icosaeder) u. s. w. Alle diese niederen Grundformen des promorphologischen Systems sind bei den Protisten vorherrschend. Jedoch kommen daneben bei vielen Protisten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich überwiegen. Auch in dieser Hinsicht schließen sich oft von nächstverwandten Protisten die einen (z. B. die Acyttarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

Was nun die paläontologische Entwickelung des Protistenreichs betrifft, so kann man darüber sehr verschiedene, aber immer nur höchst unsichere genealogische Hypothesen aufstellen. Vielleicht sind die einzelnen Klassen desselben selbstständige Stämme oder Phylen, die sich sowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbst wenn wir die monophyletische Descendenzhypothese annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinsame Abstammung von einer einzigen Monerenform behaupten, selbst in diesem Falle ist der Zusammenhang der neutralen Protisten einerseits mit dem Pflanzenstamm, andrer-

Digitized by Google

ſeits mit dem Thierſtamm nur ſehr locker. Wir hätten ſie dann (vergl. S. 398) als niedere Wurzelſchößlinge anzuſehen, welche ſich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweiſtämmigen organiſchen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinſamen niederen Protiſtenſtammes, welcher in der Mitte zwiſchen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeſchoſſen iſt. Die einzelnen Protiſtenklaſſen, mögen ſie nun an ihrer Wurzel gruppenweiſe enger zuſammenhängen oder nur ein lockeres Büſchel von Wurzelſchößlingen bilden, würden in dieſem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einſeitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben.

Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe an, ſo würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organiſchen Stämmen oder Phylen vorzuſtellen haben, welche alle neben einander und unabhängig aus dem gemeinſamen Boden der Urzeugung aufſchießen. (Vergl. S. 399.) Es würden dann zahlreiche verſchiedene Moneren durch Urzeugung entſtanden ſein, deren Unterſchiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und in Folge deſſen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und ebenſo andrerſeits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Urſprung gegeben haben. Zwiſchen dieſen beiden Gruppen aber würde ſich, unabhängig davon, eine größere Anzahl von ſelbſtſtändigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organiſationsſtufe ſtehen blieben, und ſich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

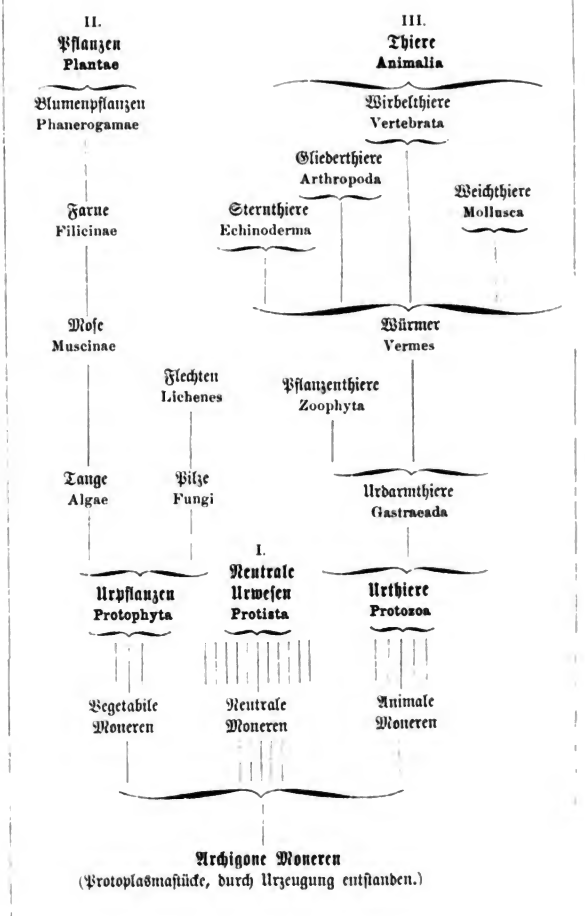
Eine ſichere Entſcheidung zwiſchen der monophyletiſchen und polyphyletiſchen Hypotheſe iſt bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer phylogenetiſchen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verſchiedenen Protiſtengruppen und die von ihnen kaum trennbaren niederſten Formen einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs, zeigen unter einander einen ſo innigen Zuſammenhang

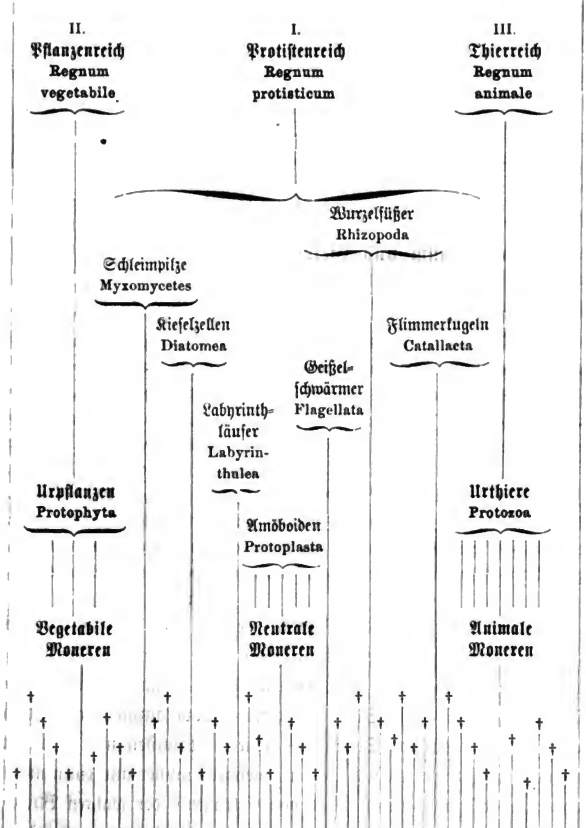
Digitized by Google

und eine so bunte Mischung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten, daß gegenwärtig noch jede systematische Eintheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künstlich und gezwungen erscheint. Daher gilt auch der hier Ihnen vorgeführte Versuch nur als ein ganz provisorischer. Je tiefer man jedoch in die genealogischen Geheimnisse dieses dunkeln Forschungsgebietes eindringt, desto mehr Wahrscheinlichkeit gewinnt die Anschauung, daß einerseits das Pflanzenreich, anderseits das Thierreich einheitlichen Ursprungs ist, daß aber in der Mitte zwischen diesen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsakte entstanden ist, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter, und ihre Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften auf die Bezeichnung von selbstständigen Protisten Anspruch machen können.

Wenn wir also auch einen ganz selbstständigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwischen beiden doch eine Anzahl von selbstständigen Protistenstämmen aufstellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform sich entwickelt hat. Um sich dieses Verhältniß zu veranschaulichen, kann man sich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wiese vorstellen, welche größtentheils verdorrt ist, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume stehen, die ebenfalls größtentheils abgestorben sind. Diese letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorstellen, ihre frischen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgestorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wiese entspricht den wahrscheinlich zahlreichen, ausgestorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protistenreichs. Den gemeinsamen Boden der Wiese aber, aus dem alle hervorgesproßt sind, bildet das Protoplasma.

Digitized by Google


II.
Pflanzen
Plantae
III.
Thiere
Animalia
Blumenpflanzen
Phanerogamae
Wirbelthiere
Vertebrata
Gliederthiere
Arthropoda
Weichthiere
Mollusca
Farne
Filicinae
Sternthiere
Echinoderma
Würmer
Vermes
Moſe
Muscinae
Flechten
Lichenes
Pflanzenthiere
Zoophyta
Tange
Algae
Pilze
Fungi
Urdarmthiere
Gastraeada
I.
Neutrale
Urweſen
Protista
Urpflanzen
Protophyta
Urthiere
Protozoa
Vegetabile
Moneren
Neutrale
Moneren
Animale
Moneren
Archigone Moneren
(Protoplasmaſtücke, durch Urzeugung entſtanden.)



NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Akte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.

Digitized by Google

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und neunzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thallospflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange, Mostange. Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallospflanzen. Mose oder Muscinen (Lebermose, Laubmose). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Wasserfarne, Zungenfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktsamige oder Gymnospermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Meningos (Gnetaceen). Decksamige oder Angiospermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Meine Herren! Jeder Versuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat sich zunächst an das bestehende „natürliche System" dieser Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche System der Thiere, Protisten und Pflanzen niemals endgültig festgestellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Blutsverwandtschaft darstellen wird, so wird es nichtsdestoweniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetischen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meisten Zoologen, Protistiker und Botaniker durch ihr „natürliches System" nur im Lapidarstyl die subjektiven Anschauungen ausdrücken, die ein jeder von ihnen von der objektiven

Digitized by Google

„Formverwandtschaft“ der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaumes fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stecken, werden wir, jenem Grundsatze gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte, unterschied, und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane, in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder Phaneroga-

Digitized by Google

men auf fünf beſchränken können. Dieſe neunzehn Klaſſen des Pflanzenreichs aber gruppiren ſich naturgemäß wiederum dergeſtalt, daß wir im Ganzen ſechs Hauptklaſſen (oder Kladen, d. h. Aeſte) des Pflanzenreichs unterſcheiden können. Zwei von dieſen ſechs Hauptklaſſen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenloſen. Wie ſich jene 19 Klaſſen auf dieſe ſechs Hauptklaſſen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachſtehende Tabelle (S. 404).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenloſen kann man zunächſt naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche ſich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form ſehr weſentlich unterſcheiden, nämlich die Thallusphanzen und die Prothallusphanzen. Die Stammgruppe der Thallusphanzen umfaßt die beiden großen Hauptklaſſen der Tange oder Algen, welche im Waſſer leben, und der Fadenphanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Waſſers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verweſenden organiſchen Körpern u. ſ. w. wachſen. Die Stammgruppe der Prothallusphanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklaſſen der Moſe und Farne.

Alle Thallusphanzen oder Thallophyten ſind ſofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologiſchen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterſcheiden kann. Vielmehr iſt der ganze Leib aller Tange und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zuſammengeſetzte Maſſe, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieſer Thallus iſt noch nicht in Axorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, ſowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten, ſtellen ſich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothallusphanzen und der Blüthenphanzen, gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockphanzen oder Cormophyten zuſammengefaßt. Das Verhältniß dieſer drei Stammgruppen zu

Digitized by Google

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich:

I. Blumenlose (Cryptogamae).	A. Thalluspflanzen (Thallophyta).	I. Thalluspflanzen (Thallophyta).
	B. Prothalluspflanzen (Prothallota).	II. Stockpflanzen (Cormophyta).
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Axorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothalluspflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thalluspflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thalluspflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an.

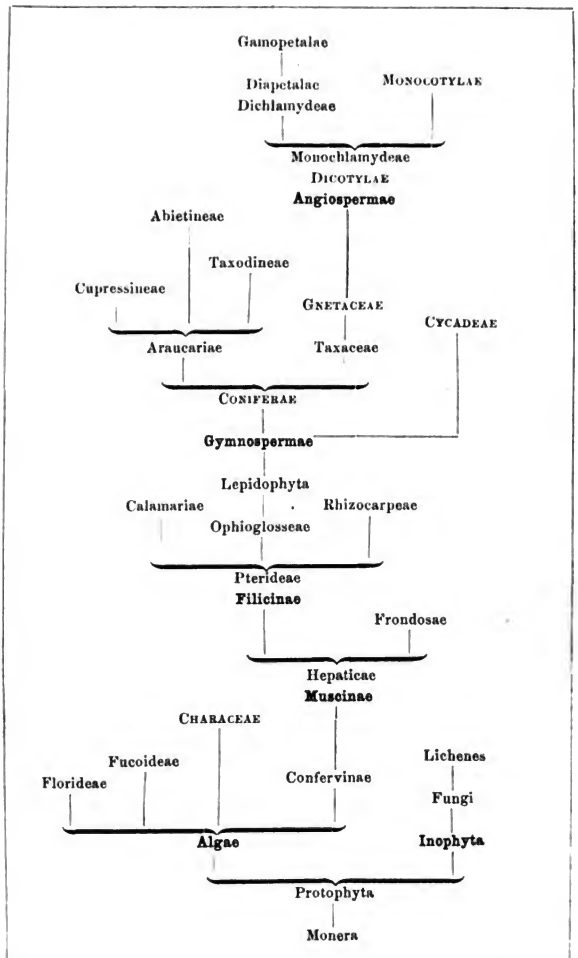
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſechs Hauptklaſſen und neunzehn Klaſſen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptklaſſen oder Kladen des Pflanzenreichs	Klaſſen des Pflanzenreichs	Syſtematiſcher Name der Klaſſen
A. Thallus-Pflanzen Thallophyta	I. Tange *Algae*	1. Urpflanzen	1. Protophyta
		2. Grüntange	2. Confervinae
		3. Brauntange	3. Fucoideae
		4. Rothtange	4. Florideae
		5. Moostange	5. Characeae
	II. Fadenpflanzen *Inophyta*	6. Pilze	6. Fungi
		7. Flechten	7. Lichenes
B. Prothallus-Pflanzen Prothallota	III. Moſe *Muscinae*	8. Lebermoſe	8. Hepaticae *(Thallobrya)*
		9. Laubmoſe	9. Frondosae *(Phyllobrya)*
	IV. Farne *Filicinae*	10. Laubfarne	10. Pterideae *(Filices)*
		11. Schaftfarne	11. Calamariae *(Calamophyta)*
		12. Waſſerfarne	12. Rhizocarpeae *(Hydropterides)*
		13. Zungenfarne	13. Ophioglosseae *(Glossopterides)*
		14. Schuppenfarne	14. Lepidophyta *(Selagines)*
C. Blumen-Pflanzen Phanerogamae	V. Nacktſamige *Gymnospermae*	15. Palmfarne	15. Cycadeae
		16. Nadelhölzer	16. Coniferae
		17. Mennigos	17. Gnetaceae
	VI. Deckſamige *Angiospermae*	18. Einkeimblättrige	18. Monocotylae
		19. Zweikeimblättrige	19. Dicotylae

Digitized by Google



Digitized by Google

Da auch alle Thierreste dieses ungeheueren Zeitraums nur wasserbewohnenden Thieren angehören, so schließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht existirten.

Schon aus diesen Gründen muß die erste und unvollkommenste Hauptklasse des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Tange oder Algen, für uns von ganz besonderer Bedeutung sein. Dazu kommt noch das hohe Interesse, welches uns diese Hauptklasse, auch an sich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchst einfachen Zusammensetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verschiedener Formen. Einerseits gehören dazu die einfachsten und unvollkommensten aller Gewächse, andrerseits sehr entwickelte und eigenthümliche Gestalten. Ebenso wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterscheiden sich die verschiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefsten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttausend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchsten Stufe bewundern wir in den riesenmäßigen Makrocysten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längsten von allen Gestalten des Pflanzenreichs. Vielleicht ist auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Tangen entstanden. Und wenn nicht aus diesen Gründen, so müßten die Algen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, weil sie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgesetzt, daß unsere monophyletische Hypothese von einem gemeinsamen Ursprung aller Pflanzengruppen richtig ist (vergl. S. 405).

Die meisten Bewohner des Binnenlandes können sich nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von dieser höchst interessanten Hauptklasse des Pflanzenreichs machen, weil sie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das süße Wasser bewohnen. Die schleimigen grünen Wasserfäden und Wasserflocken in unseren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Wasser in Be-

Digitized by Google

rührung war, die gelbgrünen schaumigen Schleimdecken auf den Tümpeln unserer Dörfer, die grünen Haarbüscheln gleichenden Fadenmassen, welche überall im stehenden und fließenden Süßwasser vorkommen, sind größtentheils aus verschiedenen Tangarten zusammengesetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküste besucht haben, welche an den Küsten von Helgoland und von Schleswig-Holstein die ungeheuren Massen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felsenufern des Mittelmeeres die zierlich gestaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden selbst durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wissen die Bedeutung der Tangklasse annähernd zu würdigen. Und dennoch geben selbst diese formenreichen untermeerischen Algenwälder der europäischen Küsten nur eine schwache Vorstellung von den kolossalen Sargassowäldern des atlantischen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf seiner Entdeckungsreise die Nähe des Festlandes vorspiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchsen in dem primordialen Urmeere wahrscheinlich in dichten Massen, und wie zahllose Generationen dieser archolithischen Tange über einander hinstarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen silurischen Alaunschiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zusammensetzung wesentlich von jenen untermeerischen Algenmassen herrührt. Nach der neueren Ansicht des Bonner Geologen Friedrich Mohr ist sogar der größte Theil der Steinkohlenflötze aus den zusammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entstanden.

Wir unterscheiden in der Hauptklasse der Tange oder Algen fünf verschiedene Klassen, nämlich: 1. Urtange oder Protophyten, 2. Grüntange oder Conferwinen, 3. Brauntange oder Fucoideen, 4. Rothtange oder Florideen, und 5. Mostange oder Characeen.

Die erste Klasse der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieselben die einfachsten und unvollkommensten von allen Pflanzen enthalten, und insbesondere jene ältesten aller pflanzlichen Organismen, welche

Digitized by Google

allen übrigen Pflanzen den Urſprung gegeben haben. Es gehören hierher alſo zunächſt jene allerälteſten vegetabiliſchen Moneren, welche im Beginne der laurentiſchen Periode durch Urzeugung entſtanden ſind. Ferner müſſen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachſter Organiſation rechnen, welche aus jenen ſich zunächſt in laurentiſcher Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plaſtide beſaßen. Zunächſt waren dies ſolche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachſte Cytode (eine kernloſe Plaſtide) bildete, und weiterhin ſolche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verſchiedene einfachſte Tangformen, welche von dieſen urſprünglichen Urpflanzen ſich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen, Hydrodictyeen, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oſcillarineen) würde hierher zu ziehen ſein, falls man dieſe nicht lieber als einen ſelbſtſtändigen Stamm des Protiſtenreichs anſehen will (vergl. S. 376).

Die monoplaſtiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plaſtide beſtehenden Urtange, ſind vom größten Intereſſe, weil hier der pflanzliche Organismus ſeinen ganzen Lebenslauf als ein einfachſtes „Individuum erſter Ordnung“ vollendet, entweder als kernloſe Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Vorzüglich die Unterſuchungen von Alexander Braun und von Carl Nägeli, zwei um die Entwickelungs-Theorie ſehr verdienten Botanikern, haben uns näher mit denſelben bekannt gemacht. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchſt merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen, deren anſehnlicher Körper in wunderbarer Weiſe die Formen höherer Pflanzen nachahmt („Mimicry“). Manche von dieſen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Moſe („Bryopsis“) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (Caulerpa, Fig. 17). Und dennoch beſteht dieſer ganze große und

Digitized by Google

Fig. 17. Caulerpa denticulata, ein monoplaſtide Siphonee in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaſer-Büſcheln und gezähnten Laubblättern zu beſtehen ſcheint, iſt in Wirklichkeit nur eine einzige Plaſtide, und zwar eine (kernloſe) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode beſitzt. Dieſe wunderbaren Siphoneen, Vaucherien und Caulerpen zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachſtes Individuum erſter Ordnung durch fortgeſetzte Anpaſſung an die Verhältniſſe der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche ſich durch den Beſitz eines Kernes von den monocytoden unterſcheiden, bilden durch vielſeitige Anpaſſung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, beſonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beiſpiel in Fig. 18 eine Art von Euaſtrum abgebildet iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber

Digitized by Google

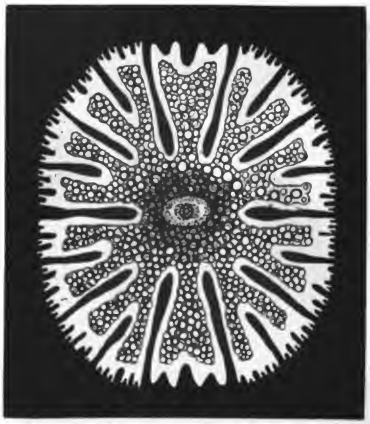


Fig. 18. Euastrum rota, eine einzellige Desmidiacee, ſtark vergrößert. Der ganze zierliche ſternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derſelben liegt der Kern nebſt Kernkörperchen.

nicht der foſſilen Erhaltung fähig war, in großer Maſſe und Mannichfaltigkeit einſt das laurentiſche Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsſtufe einer einfachen Plaſtide zu überſchreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange ſchließt ſich als zweite Klaſſe der Algen zunächſt die Gruppe der Grüntange oder Grünalgen an (Confervinae oder Chlorophyceae). Gleich der Mehrzahl der erſteren ſind auch ſämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denſelben Farbſtoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächſe grün färbt. Zu dieſer Klaſſe gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeiſten Tange des ſüßen Waſſers, die gemeinen Waſſerfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöoſphären, der hellgrüne Waſſerſalat oder die Ulven, welche einem ſehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroſkopiſch kleine Tange, welche in dichter Maſſe zuſammengehäuft einen hellgrünen ſchleimigen Ueberzug über allerlei im Waſſer liegende Gegenſtände, Holz, Steine u. ſ. w. bilden, ſich aber durch die Zuſammenſetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meiſtens einen ſehr weichen Körper beſitzen, waren ſie nur ſehr ſelten der Verſteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch dieſe Algenklaſſe, welche ſich zunächſt aus

Digitized by Google

der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener bereits während der laurentiſchen Zeit die ſüßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klaſſe, derjenigen der Brauntange oder Schwarztange (Fucoideae oder Phaeophyceae), erreicht die Hauptklaſſe der Algen ihren höchſten Entwickelungsgrad, wenigſtens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteriſtiſche Farbe der Fucoideen iſt meiſt ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längſten von allen Pflanzen ſind, die koloſſalen Rieſentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californiſchen Küſte eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unſeren einheimiſchen Tangen gehören die anſehnlichſten Formen zu dieſer Gruppe, ſo namentlich der ſtattliche Zuckertang (Laminaria), deſſen ſchleimige olivengrüne Thalluskörper, rieſigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Maſſen an der Küſte der Nord- und Oſtſee ausgeworfen werden. Auch der in unſeren Meeren gemeine Blaſentang (Fucus vesiculosus), deſſen mehrfach gabelförmig geſpaltenes Laub durch viele eingeſchloſſene Luftblaſen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten wird, gehört zu dieſer Klaſſe; ebenſo der freiſchwimmende Sargaſſotang (Sargussum bacciferum), welcher die ſchwimmenden Wieſen oder Bänke des Sargaſſomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von dieſen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zuſammengeſetzt iſt, beſteht es dennoch im Beginne ſeiner Exiſtenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieſes Ei iſt z. B. bei unſerm gemeinen Blaſentang eine nackte, hüllenloſe Zelle, und iſt als ſolche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Meduſen, zum Verwechſeln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange ſind es wahrſcheinlich zum größten Theile geweſen, welche während der Primordialzeit die charakteriſtiſchen Tangwälder dieſes endloſen Zeitraums zuſammengeſetzt haben. Die verſteinerten Reſte, welche

Digitized by Google

Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blaſentang (Fucus vesiculosus), eine einfache nackte Zelle, ſtark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel ſchimmert der helle Kern hindurch.

uns von denſelben (vorzüglich aus der ſiluriſchen Zeit) erhalten ſind, können uns allerdings nur eine ſchwache Vorſtellung davon geben, weil die Formen dieſer Tange, gleich den meiſten anderen, ſich nur ſchlecht zur Erhaltung im foſſilen Zuſtande eignen. Jedoch iſt vielleicht, wie ſchon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denſelben zuſammengeſetzt.

Weniger bedeutend iſt die vierte Klaſſe der Tange, diejenige der Roſentange oder Rothtange (Florideae oder Rhodophyceae). Zwar entfaltet auch dieſe Klaſſe einen großen Reichthum verſchiedener Formen. Allein die meiſten derſelben ſind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens ſtehen ſie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieſelben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die ſchönſten und zierlichſten aller Tange, welche ſowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendſten Pflanzen gehören. Die charakteriſtiſche rothe Farbe iſt bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Roſenroth, und geht einerſeits in violette und purpurblaue, andrerſeits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unſerer nordiſchen Seebäder beſucht hat, wird gewiß ſchon mit Staunen die reizenden Formen dieſer Florideen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meiſten Rothtange ſind leider ſo zart, daß ſie gar nicht der Verſteinerung fähig ſind, ſo die prachtvollen Ptiloten, Plocamien, Deleſſerien u. ſ. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärococcen, welche einen bärteren, oft faſt knorpelharten Thallus beſitzen, und von dieſen ſind uns auch manche verſteinerte Reſte.

Digitized by Google

namentlich aus den ſiluriſchen, devoniſchen und Kohlenſchichten, ſpäter beſonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrſcheinlich nahm auch dieſe Klaſſe an der Zuſammenſetzung der archolithiſchen Tangflora weſentlichen Antheil.

Die fünfte und letzte Klaſſe unter den Algen bilden die Mostange (Characeae). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmoſe (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelſpaltigen Aeſten umſtellten Stengeln in unſeren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerſeits nähern ſich die Characeen im anatomiſchen Bau, beſonders der Fortpflanzungsorgane, den Moſen und werden dieſen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerſeits ſtehen ſie durch viele Eigenſchaften tief unter den echten Moſen und ſchließen ſich vielmehr den Grüntangen oder Conferwinen an. Man könnte ſie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen ſich die wahren Moſe entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten ſind übrigens die Characeen ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen verſchieden, daß viele Botaniker ſie als eine beſondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Was die Verwandtſchaftsverhältniſſe der verſchiedenen Tangklaſſen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, ſo bilden höchſt wahrſcheinlich, wie ſchon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinſame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verſchiedenen Tangklaſſen, ſondern für das ganze Pflanzenreich. Deshalb können ſie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabiliſchen Moneren, welche ſich im erſten Beginn der laurentiſchen Periode entwickelten, werden zunächſt Hüllcytoden entſtanden ſein (S. 308), indem der nackte, ſtrukturloſe Eiweißleib der Moneren ſich an der Oberfläche kruſtenartig verdichtete oder eine Hülle ausſchwitzte. Späterhin werden dann aus dieſen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden ſein, indem im Innern ſich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellſtoff oder Plasma ſonderte. Die drei Klaſſen der Grüntange, Brauntange und Roth-

Digitized by Google

tange sind vielleicht drei gesonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinsamen Wurzelgruppe der Urtange entstanden sind und sich dann (ein jeder in seiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtschaft zu den übrigen Klassen des Pflanzenreichs. Diese letzteren sind vielmehr aus den Urtangen entstanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrscheinlich sind einerseits die Moose (aus welchen später die Farne sich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andrerseits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben sich jedenfalls erst viel später aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklasse des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verstanden darunter die beiden naheverwandten Klassen der Flechten und Pilze. Es ist möglich, daß diese Thalluspflanzen nicht aus den Urtangen entstanden sind, sondern aus einem oder mehreren Moneren, die unabhängig von letzteren durch Urzeugung entstanden. Insbesondere erscheint es denkbar, daß manche von den niedersten Pilzen, wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrokokkus-Formen u. s. w. einer Anzahl von verschiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Moneren ihren Ursprung verdanken. Jedenfalls sind die Fadenpflanzen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklassen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterscheiden sich von diesen durch die Zusammensetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von sehr langen, vielfach verschlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den sogenannten Hyphen, weshalb wir sie eben in der Hauptklasse der Fadenpflanzen zusammenfassen. Irgend bedeutende fossile Reste konnten dieselben wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nicht hinterlassen, und so können wir denn die paläontologische Entwickelung derselben nur sehr unsicher errathen.

Die erste Klasse der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thier-

Digitized by Google

ſchen Schwämmen oder Spongien verwechſelt. Sie zeigen einerſeits ſehr nahe Verwandtſchaftsbeziehungen zu den niederſten Algen; insbeſondere ſind die Tangpilze oder Phycomyceten (die Saprolegnieen und Peronoſporen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chlorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphoneen (den Vaucherien und Caulerpen) verſchieden. Andrerſeits aber haben alle eigentlichen Pilze ſo viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweiſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man ſie als eine ganz beſondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganiſcher Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche ſie zu verwickelteren zuſammenſetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Zuſammenſetzung von Waſſer, Kohlenſäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlenſäure ein und Sauerſtoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organiſcher Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen, welche ſie von anderen Organismen erhalten und zerſetzen. Sie athmen Sauerſtoff ein und Kohlenſäure aus, wie die Thiere. Auch bilden ſie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meiſten übrigen Pflanzen ſo charakteriſtiſch iſt. Ebenſo erzeugen ſie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben ſchon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorſchlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein beſonderes drittes Reich zwiſchen Thier- und Pflanzenreich zu ſetzen. Dadurch würde unſer Protiſtenreich einen ſehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Die Pilze würden ſich hier den ſogenannten „Schleimpilzen“ oder Myxomyceten (die jedoch gar keine Hyphen bilden) zunächſt anſchließen. Da aber viele Pilze ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meiſten Botaniker, der herkömmlichen Anſchauung gemäß, die Pilze als echte Pflanzen betrachten, laſſen wir ſie hier im Pflanzenreiche ſtehen, und verbinden ſie mit den Flechten, denen ſie jedenfalls am nächſten verwandt ſind. Der phyletiſche Urſprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe

Digitized by Google

Verwandtschaft der Phycomyceten und Siphoneen (besonders der Saprolegnieen und Vaucherien) läßt daran denken, daß sie von letzteren abstammen. Die Pilze würden dann als Algen zu betrachten sein, die durch Anpassung an das Schmarotzerleben ganz eigenthümlich umgebildet sind. Andrerseits sprechen jedoch auch manche Thatsachen für die Vermuthung, daß die niedersten Pilze selbstständig aus archigonen Moneren entsprungen sind.

Die zweite Klasse der Inophyten, die Flechten (Lichenes), sind in phylogenetischer Beziehung sehr merkwürdig. Die überraschenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verschiedenen Pflanzen zusammengesetzt ist, aus einer niederen Algenform (Nostochaceae, Chroococcaceae) und aus einer parasitischen Pilzform (Ascomycetes), welche auf der ersteren schmarotzt, und von den assimilirten Stoffen lebt, die diese bereitet. Die grünen, chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Fechte findet, gehören der Alge an. Die farblosen Fäden (Hyphen) dagegen, welche dicht verwebt die Hauptmasse des Flechtenkörpers bilden, gehören dem schmarotzenden Pilze an. Immer aber sind beide Pflanzenformen, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verschiedener Hauptklassen betrachtet, so fest mit einander verbunden und so innig durchwachsen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meisten Flechten bilden mehr oder weniger unansehnliche, formlose oder unregelmäßig zerrissene, krustenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. s. w. Die Farbe derselben wechselt in allen möglichen Abstufungen vom reinsten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelsten Schwarz. Wichtig sind viele Flechten in der Oekonomie der Natur dadurch, daß sie sich auf den trockensten und unfruchtbarsten Orten, insbesondere auf dem nackten Gestein, ansiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte schwarze Lava, welche in vulkanischen Gegenden viele Quadratmeilen Boden bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenansiedelung den hartnäckigsten Widerstand leistet, wird zuerst immer von

Digitized by Google

Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) ſind es, welche auf den ödeſten und todteſten Lavafeldern mit der Urbarmachung des nackten Felſenbodens beginnen und denſelben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre abſterbenden Leiber bilden die erſte Dammerde, in welcher nachher Moſe, Farne und Blüthenpflanzen feſten Fuß faſſen können. Auch gegen klimatiſche Unbilden ſind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Kruſten die nackten Felſen noch in den höchſten, großentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thallospflanzen zuſammengefaßt werden, verlaſſen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothallospflanzen (Prothallota oder Prothallophyta), welche von Anderen als phyllogoniſche Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegenſatz zu den Thallospflanzen oder thallogoniſchen Kryptogamen). Dieſes Gebiet umfaßt die beiden Hauptklaſſen der Moſe und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der unterſten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verſchiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel) und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothallospflanzen bereits den Blumenpflanzen, und daher faßt man ſie neuerdings auch häufig mit dieſen als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammen. Andrerſeits aber gleichen die Moſe und Farne den Thallospflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung, und daher ſtellte ſie ſchon Linné mit dieſen als Kryptogamen zuſammen, im Gegenſatz zu den ſamenbildenden Pflanzen oder Blumenpflanzen (den Phanerogamen oder Anthophyten.)

Unter dem Namen „Prothallospflanzen" vereinigen wir die nächſtverwandten Moſe und Farne deshalb, weil bei Beiden ſich ein ſehr eigenthümlicher und charakteriſtiſcher Generationswechſel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verſchie-

Digitized by Google

denen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moſes oder des Farns betrachtet. Die erſte und urſprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, ſteht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thallusſpflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es ſind Stengel und Blattorgane noch nicht geſondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims ſtellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Moſe und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organiſirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt geſondert iſt, ausgenommen bei den niederſten Moſen, bei welchen auch dieſe Generation noch auf der niederen Stufe der urſprünglichen Thallusbildung ſtehen bleibt. Mit Ausnahme dieſer letzteren erzeugt allgemein bei den Moſen und Farnen die erſte Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine ſtockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; dieſe erzeugt wiederum den Thallus der erſten Generation u. ſ. w. Es iſt alſo, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechſel der Thiere, die erſte Generation der dritten, fünften u. ſ. w., die zweite dagegen der vierten, ſechſten u. ſ. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptklaſſen der Prothallusſpflanzen ſtehen die Moſe im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niederſten Formen (namentlich in anatomiſcher Beziehung) den Uebergang von den Thallusſpflanzen und ſpeciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogiſche Zuſammenhang der Moſe und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt ſich jedoch nur zwiſchen den unvollkommenſten Formen beider Hauptklaſſen nachweiſen. Die vollkommneren und höheren Gruppen der Moſe und Farne ſtehen in gar keiner näheren Beziehung zu einander und entwickeln ſich nach ganz entgegengeſetzten Richtungen hin. Jedenfalls ſind die Moſe direkt aus Thallusſpflanzen und zwar wahrſcheinlich aus Grüntangen entſtanden.

Digitized by Google

Die Farne dagegen ſtammen wahrſcheinlich von ausgeſtorbenen unbekannten Muscinen ab, die den niederſten der heutigen Lebermoſe ſehr nahe ſtanden. Für die Schöpfungsgeſchichte ſind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Moſe.

Die Hauptklaſſe der Moſe (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothalloten-Gruppe, welche noch gefäßlos ſind. Meiſtens iſt ihr Körper ſo zart und vergänglich, daß er ſich nur ſehr ſchlecht zur kenntlichen Erhaltung in verſteinertem Zuſtande eignet. Daher ſind die foſſilen Reſte von allen Mosklaſſen ſelten und unbedeutend. Vermuthlich haben ſich die Moſe ſchon in ſehr früher Zeit aus den Thalluspflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Waſſerbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Moſen gab es wahrſcheinlich ſchon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Moſe der Gegenwart, aus deren ſtufenweis verſchiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie ſchließen kann, zerfallen in zwei verſchiedene Klaſſen, nämlich in die Lebermoſe und die Laubmoſe.

Die erſte und ältere Klaſſe der Moſe, welche ſich unmittelbar an die Grüntange oder Conferviven anreiht, bilden die Lebermoſe (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Moſe ſind meiſtens kleine und unanſehnliche, aber zierliche Pflänzchen. Die niederſten Formen derſelben beſitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thalluspflanzen, ſo z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermoſe dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu ſondern, und die höchſten ſchließen ſich unmittelbar an die Laubmoſe an. Die Lebermoſe zeigen durch dieſe Uebergangsbildung ihre direkte Abſtammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Moſe, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptſächlichſten Beſtandtheil der ganzen Hauptklaſſe bilden, gehören zur zweiten Klaſſe, den Laubmoſen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya).

Digitized by Google

Unter die Laubmoſe gehören die meiſten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt den ſeidenglänzenden Mosteppich unſerer Wälder bilden, oder auch in Gemeinſchaft mit Lebermoſen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als Waſſerbehälter, welche die Feuchtigkeit ſorgfältig aufbewahren, ſind ſie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Menſch ſchonungslos die Wälder abholzt und ausrodet, da verſchwinden mit den Bäumen auch die Laubmoſe, welche ihre Rinde bedecken oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleiden und die Lücken zwiſchen den größeren Gewächſen ausfüllen. Mit den Laubmoſen verſchwinden aber die nützlichen Waſſerbehälter, welche Regen und Thau ſammeln und für die Zeiten der Trockniß aufbewahren. So entſteht eine troſtloſe Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Süd-Europas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien ſind durch die rückſichtsloſe Ausrodung der Wälder die Moſe vernichtet und dadurch der Boden ſeiner nützlichſten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendſten und üppigſten Landſtriche ſind in dürre, öde Wüſten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutſchland neuerdings dieſe rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrſcheinlich haben die kleinen Laubmoſe jene außerordentlich wichtige Rolle ſchon ſeit ſehr langer Zeit, vielleicht ſeit Beginn der Primärzeit geſpielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenſo wenig wie die der übrigen Moſe für die deutliche Erhaltung im foſſilen Zuſtande geeignet ſind, ſo kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Weit mehr als von den Moſen wiſſen wir durch die Verſteinerungskunde von den Farnen. Dieſe zweite Hauptklaſſe der Prothallusphanzen hat eine außerordentliche Bedeutung für die Geſchichte der Pflanzenwelt gehabt. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßkryptogamen genannt), bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithiſchen Zeitalters, die Hauptmaſſe der Pflanzen-

Digitized by Google

welt, so daß wir dasselbe geradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devonischen Zeit, in welcher zum ersten Male landbewohnende Organismen auftraten, während der Ablagerung der devonischen, carbonischen und permischen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen so sehr alle übrigen, daß jene Benennung dieses Zeitalters in der That gerechtfertigt ist. In den genannten Schichtensystemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carbonischen oder Steinkohlenzeit, finden wir so zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reste von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithischen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Gesammtzahl der damals bekannten paläolithischen Pflanzenarten ungefähr Eintausend, und unter diesen befanden sich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden sich 77 Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht sicher bestimmbare Cormophyten.

Wie schon vorher bemerkt, haben sich die Farne wahrscheinlich aus niederen Lebermosen hervorgebildet, und zwar schon im Beginn der Primärzeit, in der devonischen Periode. In ihrer Organisation erheben sich die Farne bereits bedeutend über die Moose und schließen sich in ihren höheren Formen schon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Moosen noch ebenso wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zusammengesetzt ist, entwickeln sich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenstränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen" mit den Phanerogamen, und stellt diese „Gefäßpflanzen" den „Zellenpflanzen" gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen" (Moosen und Thalluspflanzen.) Dieser hochwichtige Fortschritt in der Pflanzenorganisation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erst in der devonischen Zeit statt, also

Digitized by Google

im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte.

Die Hauptklaſſe der Farne oder Filicinen zerfällt in fünf verſchiedene Klaſſen, nämlich 1. die Laubfarne oder Pterideen, 2. die Schaftfarne oder Calamarien, 3. die Waſſerfarne oder Rhizocarpeen, 4. die Zungenfarne oder Ophioglosſeen, und 5. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigſte und formenreichſte von dieſen fünf Klaſſen, welche den Hauptbeſtandtheil der paläolithiſchen Wälder bildete, waren die Laubfarne, und demnächſt die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne und Zungenfarne ſchon damals mehr zurück, und von den Waſſerfarnen wiſſen wir nicht einmal mit Beſtimmtheit, ob ſie damals ſchon lebten. Es muß uns ſchwer fallen, uns eine Vorſtellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düſteren paläolithiſchen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unſerer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden. Von Blumenpflanzen exiſtirten damals nur die beiden niederſten Klaſſen, die nacktſamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unſcheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Ueber die Phylogenie der Farne und der aus ihnen entſtandenen Gymnoſpermen ſind wir vorzüglich durch die ausgezeichneten Unterſuchungen aufgeklärt worden, welche 1872 Eduard Strasburger über „die Coniferen und die Gnetaceen", ſowie „über Azolla" u. ſ. w. veröffentlicht hat. Dieſer denkende Naturforſcher gehört, wie Charles Martins in Montpellier, zu der ſehr geringen Zahl von Botanikern, welche den fundamentalen Werth der Deſcendenz-Theorie vollſtändig begriffen und den mechaniſchen Cauſal-Zuſammenhang zwiſchen Ontogenie und Phylogenie verſtanden haben. Während die große Mehrzahl der Botaniker noch heute die in der Zoologie längſt eingebürgerte wichtige Unterſcheidung zwiſchen Homologie und Analogie, zwiſchen der morphologiſchen und phyſiologiſchen Vergleichung der Theile nicht kennt, hat Strasburger in ſeiner „vergleichenden Anatomie" der Gymnoſpermen dieſe Unterſchei-

Digitized by Google

dung und das biogenetiſche Grundgeſetz benützt, um die Grundzüge der Blutsverwandtſchaft dieſer wichtigen Pflanzengruppe feſtzuſtellen.

Als die Stammgruppe der Farne, die ſich zunächſt aus den Lebermoſen entwickelt hat, iſt die Klaſſe der Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne, zu betrachten (Filices oder Phyllopterides, auch Pterideae genannt). In der gegenwärtigen Flora unſerer gemäßigten Zonen ſpielt dieſe Klaſſe nur eine untergeordnete Rolle, da ſie hier meiſtens nur durch die niedrigen ſtammloſen Farnkräuter vertreten iſt. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden, erhebt ſie ſich noch heutigentags zur Bildung der hochſtämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Dieſe ſchönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unſerer Gewächshäuſer gehören, können uns aber nur eine ſchwache Vorſtellung von den ſtattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zuſammenſetzten. Man findet dieſe Stämme namentlich in den Steinkohlenflötzen der Carbonzeit maſſenhaft über einander gehäuft, und dazwiſchen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche in ſchirmartig ausgebreitetem Buſche den Gipfel des Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zuſammenſetzung und Fiederung dieſer Wedel, der zierliche Verlauf der veräſtelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube iſt an den Abdrücken der paläolithiſchen Farnwedel noch ſo deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei vielen kann man ſelbſt die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt ſind, ganz deutlich erkennen. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab, und ſchon gegen Ende der Sekundärzeit ſpielten ſie eine faſt ſo untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Aus den Laubfarnen oder Pteridеen ſcheinen ſich als drei divergirende Aeſte die Calamarien, Ophioglоſſeen und Rhizocarpeen entwickelt zu haben. Von dieſen drei Klaſſen ſind auf der niederſten Stufe die Schaftfarne ſtehen geblieben (Calamariae oder Calamo-

Digitized by Google

phyta). Sie umfaſſen drei verſchiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Rieſenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae), ſind längſt ausgeſtorben. Alle Schaftfarne zeichnen ſich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeſte und Blätter, wenn ſie vorhanden ſind, quirlförmig um die Stengelglieder herumſtehen. Die hohlen Stengelglieder ſind durch Querſcheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten iſt die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannelirten Säule, und die Oberhaut enthält ſo viel Kieſelerde, daß ſie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblatthalmen oder Aſterophylliten waren die ſternförmig in Quirle geſtellten Blätter ſtärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftfarnen nur noch die unanſehnlichen Schafthalme oder Equiſetum-Arten unſerer Sümpfe und Wieſen, welche während der ganzen Primär- und Sekundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equisetites vertreten waren. Zur ſelben Zeit lebte auch die nächſtverwandte Ordnung der Rieſenhalme (Calamites), deren ſtarke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von ſehr eigenthümlicher Form, und blieb ausſchließlich auf die Primärzeit beſchränkt.

Am wenigſten bekannt von allen Farnen iſt uns die Geſchichte der dritten Klaſſe, der Wurzelfarne oder Waſſerfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau ſchließen ſich dieſe im ſüßen Waſſer lebenden Farne einerſeits an die Laubfarne, andrerſeits an die Schuppenfarne an. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den ſüßen Gewäſſern unſerer Heimath, ferner die größere ſchwimmende Azolla der Tropenteiche. Die meiſten Waſſerfarne ſind von zarter Beſchaffenheit und deshalb wenig zur Verſteinerung ge-

Digitized by Google

eignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre foſſilen Reſte ſo ſelten ſind, und daß die älteſten derſelben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrſcheinlich iſt aber die Klaſſe viel älter und hat ſich bereits während der paläolithiſchen Zeit aus anderen Farnen durch Anpaſſung an das Waſſerleben entwickelt.

Die vierte Farnklaſſe wird durch die Zungenfarne (Ophioglosseae oder Glossopterides) gebildet. Früher wurden dieſe Farne, zu welchen von unſeren einheimiſchen Gattungen außer dem Ophioglossum auch das Botrychium gehört, nur als eine kleine Unterabtheilung der Laubfarne betrachtet. Sie verdienen aber deshalb den Rang einer beſonderen Klaſſe, weil ſie eine wichtige, phylogenetiſch vermittelnde Zwiſchenform zwiſchen den Pteridеen und Lepidophyten darſtellen und demnach auch zu den direkten Vorfahren der Blumenpflanzen zu rechnen ſind.

Die fünfte und letzte Farnklaſſe bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagines). Wie die Zungenfarne aus den Laubfarnen, ſo ſind ſpäter die Schuppenfarne aus den Zungenfarnen entſtanden. Die Lepidophyten entwickelten ſich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die ſich aus ihnen zunächſt hervorgebildet haben. Nächſt den Wedelfarnen waren ſie am meiſten an der Zuſammenſetzung der paläolithiſchen Farnwälder betheiligt. Auch dieſe Klaſſe enthält, gleichwie die Klaſſe der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verſchiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit ausgeſtorben ſind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es ſind meiſtens kleine und zierliche, moosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen ſchlangenartig auf dem Boden kriechender und vielveräſtelter Stengel dicht von ſchuppenähnlichen und ſich deckenden Blättchen eingehüllt iſt. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unſerer Wälder, welche die Gebirgsreiſenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt ſein, ebenſo die noch zartere Selaginella, welche als

Digitized by Google

ſogenanntes „Rankenmoos“ den Boden unſerer Gewächshäuſer mit dichtem Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainſeln und erheben ſich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Sekundärzeit waren noch größere Bäume dieſer Gruppe weit verbreitet, von denen die älteſten vielleicht zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigſte Entwickelung erreichte jedoch die Klaſſe der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, ſondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume (Sigillarieae). Dieſe beiden Ordnungen treten ſchon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre maſſenhafte und erſtaunliche Ausbildung erſt in der Steinkohlenzeit, und ſterben bereits gegen Ende derſelben oder in der darauf folgenden permiſchen Periode wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrſcheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben ſich zu prachtvollen, unveräſtelten und gerade aufſteigenden Stämmen, die ſich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelſpaltig in zahlreiche Aeſte theilten. Dieſe trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Anſatzſtellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmeſſer am Wurzelende. Einzelne Stämme ſollen ſelbſt mehr als hundert Fuß lang ſein. Noch viel maſſenhafter finden ſich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber ſchlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptſächlich die Steinkohlenflötze zuſammenſetzen. Ihre Wurzelſtöcke hat man früher als eine ganz beſondere Pflanzenform (Stigmaria) beſchrieben. Die Siegelbäume ſind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen ſehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomiſchen Bau ſchon mehrfach von dieſen und von den Farnen überhaupt ab. Vielleicht waren ſie den ausgeſtorbenen devoniſchen Lycopterideen nahe verwandt.

Digitized by Google

welche charakteriſtiſche Eigenſchaften der Bärlappe und der Laubfarne in ſich vereinigten, und welche Strasburger als die hypothetiſche Stammform der Blumenpflanzen (zunächſt der Nadelhölzer) betrachtet.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlaſſen, welche vorzugsweiſe aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zuſammengeſetzt ſind, treten wir in die nicht minder charakteriſtiſchen Nadelwälder der Sekundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenloſen und ſamenloſen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der ſamenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Dieſe formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmaſſe der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, iſt jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn ſie kann erſt im Laufe des paläolithiſchen Zeitalters aus dieſer letzteren ſich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithiſchen Zeitalters, alſo während der erſten und längeren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte, noch gar keine Blumenpflanzen exiſtirten, und daß ſie ſich erſt während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelten. Die anatomiſche und embryologiſche Verwandtſchaft der Phanerogamen mit dieſen letzteren iſt ſo innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogiſchen Zuſammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtſchaft ſchließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thallusphanzen noch aus Moſen, ſondern nur aus Farnen oder Filicinen entſtanden ſein. Höchſt wahrſcheinlich ſind die Schuppenfarne oder Lepidophyten, und zwar die vorher genannten Lycopterideen, welche der heutigen Selaginella ſehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen geweſen.

Schon ſeit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomiſchen Baues und der embryologiſchen Entwickelung das Unterreich

Digitized by Google

der Phanerogamen in zwei große Hauptklaſſen eingetheilt, in die Nacktſamigen oder Gymnoſpermen und in die Deckſamigen oder Angioſpermen. Dieſe letzteren ſind in jeder Beziehung vollkommener und höher organiſirt als die erſteren, und haben ſich erſt ſpäter, im Laufe der Sekundärzeit, aus jenen entwickelt. Die Gymnoſpermen bilden ſowohl anatomiſch als embryologiſch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angioſpermen.

Die niedere, unvollkommnere und ältere von den beiden Hauptklaſſen der Blumenpflanzen, die der Nacktſamigen (Gymnospermae oder Archispermae) erreichte ihre mannichfaltigſte Ausbildung und ihre weiteſte Verbreitung während der meſolithiſchen oder Sekundärzeit. Sie iſt für dieſes Zeitalter nicht minder charakteriſtiſch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angioſpermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Sekundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnoſpermen, oder nach ihren bedeutendſten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Die Nacktſamigen zerfallen in drei Klaſſen, die Coniferen, Cycadeen und Gnetaceen. Wir finden verſteinerte Reſte derſelben bereits in der Steinkohle vor, und müſſen daraus ſchließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnoſpermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht ſelbſt ſchon in der devoniſchen Zeit, erfolgt iſt. Immerhin ſpielen die Nacktſamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine ſehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrſchaft über die Farne erſt im Beginn der Sekundärzeit.

Von den drei Klaſſen der Gymnoſpermen ſteht diejenige der Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niederſten Stufe und ſchließt ſich, wie ſchon der Name ſagt, unmittelbar an die Farne an, ſo daß ſie ſelbſt von manchen Botanikern wirklich mit dieſer Gruppe in Syſteme vereinigt wurde. In der äußeren Geſtalt gleichen ſie ſowohl den Palmen, als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen, und tragen eine aus Fiederblättern zuſammengeſetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf

Digitized by Google

einem ſchlanken, einfachen, ſäulenförmigen Stamme ſitzt. In der Gegenwart iſt dieſe einſt formenreiche Klaſſe nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende, Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickſtämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die ſchlankſtämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet ſie häufig in unſeren Treibhäuſern, wo ſie gewöhnlich mit Palmen verwechſelt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgeſtorbenen und verſteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Sekundärzeit (während der Juraperiode) in größter Maſſe auftraten und damals vorzugsweiſe den Charakter der Wälder beſtimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klaſſe der Palmfarne hat ſich bis auf unſere Zeit der andere Zweig der Gymnoſpermengruppe erhalten, die Klaſſe der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig ſpielen die dazu gehörigen Cypreſſen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verſchiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten, Lärchen u. ſ. w. in den verſchiedenſten Gegenden der Erde eine ſehr bedeutende Rolle, und ſetzen ausgedehnte Waldgebiete faſt allein zuſammen. Doch erſcheint dieſe Entwickelung der Nadelhölzer ſchwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrſchaft, welche ſich dieſe Klaſſe während der älteren Sekundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Maſſen von Individuen beiſammen ſtehend, den Hauptbeſtandtheil der meſolithiſchen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Sekundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen ſchon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Die Stammgruppe der Coniferen ſpaltete ſich ſchon frühzeitig in zwei Aeſte, in die Araucarien einerſeits, die Taxaceen oder Taxbäume andererſeits. Von den erſteren ſtammt die Hauptmaſſe der Nadelhöl-

Digitized by Google

zer ab. Aus den letzteren hingegen entwickelte ſich die dritte Klaſſe der Gymnoſpermen, die Meningos oder Gnetaceae. Dieſe kleine, aber ſehr intereſſante Klaſſe enthält nur drei verſchiedene Gattungen: Gnetum, Welwitschia und Ephedra; ſie iſt aber von großer Bedeutung als die unmittelbare Uebergangsgruppe von den Coniferen zu den Angioſpermen, und zwar ſpeciell zu den Dicotylen.

Aus den Nadelwäldern der meſolithiſchen oder Sekundärzeit treten wir in die Laubwälder der caenolithiſchen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der ſechsten und letzten Hauptklaſſe des Pflanzenreichs, der Deckſamigen (Angiospermae oder Metaspermae). Die erſten ſicheren Verſteinerungen von Deckſamigen finden wir in den Schichten des Kreideſyſtems, und zwar kommen hier neben einander Reſte von den beiden Klaſſen vor, in welche man die Hauptklaſſe der Angioſpermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Indeſſen iſt die ganze Gruppe wahrſcheinlich älteren Urſprungs und ſchon während der Trias-Periode entſtanden. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht ſicher beſtimmbaren foſſilen Pflanzenreſten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Angioſpermen, von anderen dagegen für Gymnoſpermen gehalten werden. Was die beiden Klaſſen der Deckſamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, ſo haben ſich höchſt wahrſcheinlich zunächſt aus den Gnetaceen die Dicotylen, hingegen die Monocotylen erſt ſpäter aus einer Seitenlinie oder einem Zweige der Dicotylen entwickelt.

Die Klaſſe der Einkeimblättrigen oder Einſamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen ſogenannten Samenlappen (Cotyledon) beſitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die gemeinſame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe beſaß. Die Blätter ſind meiſtens einfach, von ein-

Digitized by Google

fachen, graden Gefäßbündeln oder sogenannten „Nerven" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die umfangreichen Familien der Binsen und Gräser, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimischer Wasserpflanzen, die Wasserlinsen, Rohrkolben, Seegräser u. s. w., und endlich die prachtvollen, höchst entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen ist die Monocotylenklasse trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die sie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organisirt, als die Dicotylenklasse, und auch ihre geschichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Interesse. Da ihre versteinerten Reste meistens schwer zu erkennen sind, so bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen sekundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen aus den Dicotylen entstanden sind. Jedenfalls existirten sie bereits in der Kreidezeit.

Viel größeres historisches und anatomisches Interesse bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klasse der Decksamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweisamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieser Klasse besitzen, wie ihr Name sagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zusammensetzung ihrer Blüthe ist gewöhnlich nicht drei, wie bei den meisten Monocotylen, sondern vier oder fünf, oder ein Vielfaches davon. Ferner sind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zusammengesetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, verästelten Gefäßbündeln oder „Adern" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die meisten Laubbäume, und da dieselbe in der Tertiärzeit schon ebenso wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnospermen und Farne besaß, so konnten wir das caenolithische Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchsten und vollkommensten Pflanzen gehört, so schließt sich doch die niederste Abtheilung derselben unmittelbar an die Gymnospermen, und zwar an

Digitized by Google

die Gnetaceen an. Bei den niederen Dicotylen ist, wie bei den Monocotylen, Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse ist ohne Zweifel als die Stammgruppe der Angiospermen anzusehen und existirte wahrscheinlich schon während der Trias- oder Jura-Zeit. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume: die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen: Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die wolfsmilchartigen, lorbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. s. w.

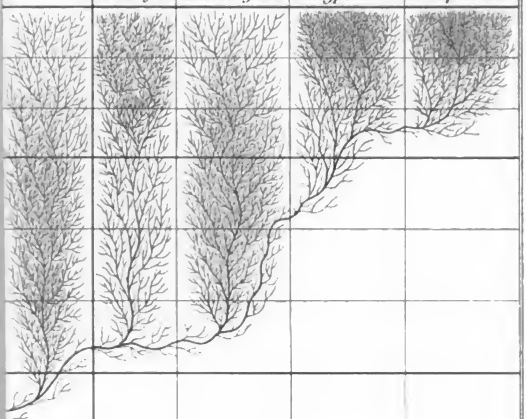
Erst später, in der Kreidezeit, erscheint die zweite und vollkommnere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, die Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen), und der Schmetterlingsblüthigen (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Acacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus-

Digitized by Google

n-Pflanzen, Phanerogamae.

ige nae.	Decksamige Angiospermae.			
	Zweikeimblättrige. Dicotylae.			
Meningos. Gnetaceae.	Einkeimblättrige. Monocotylae.	Kelchblüthige. Monochlamydeae.	Sternblüthige Dialypetalae.	Glockenblüthige Gamopetalae.



der 5
nten:
0, 5.
2, 3
11, 5
32, 1
53, 6
100, 0

Einheitlicher
oder monophyletischer
Stammbaum des Pflanzenreichs
palaeontologisch begründet.

Digitized by Google

den Diapetalen entwickelt, während diese schon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchste und vollkommenste Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachsen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meistens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentianen und Loniceren, ferner die Familie der Oelbaumartigen (Oelbaum, Liguster, Flieder und Esche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zusammengesetztblüthigen (Compositen). In diesen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchsten Grad, und wir müssen sie daher als die vollkommensten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs stellen. Dem entsprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am spätesten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organischen Erdgeschichte auf, nämlich erst in der caenolithischen oder Tertiärzeit. Selbst in der älteren Tertiärzeit ist sie noch sehr selten, nimmt erst in der mittleren langsam zu und erreicht erst in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geschichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, so werden sie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Bestätigung der Descendenztheorie zu finden. Die beiden großen Grundgesetze der organischen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben, die Gesetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen sich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzensystems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organi-

Digitized by Google

ſchen Erdgeſchichte nimmt das Pflanzenreich ſowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen ſchon ein Blick auf Taf. IV deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit exiſtirt nur die niederſte und unvollkommenſte Hauptklaſſe der Tange. Zu dieſen geſellen ſich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Kryptogamen, insbeſondere die Hauptklaſſe der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen ſich aus dieſen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklaſſe der Nacktſamigen oder Gymnoſpermen repräſentirt. Erſt während der Sekundärzeit geht aus dieſen die höhere Hauptklaſſe der Deckſamigen oder Angioſpermen hervor. Auch von dieſen ſind anfänglich nur die niederen, kronenloſen Gruppen, die Monocotylen und die Apetalen vorhanden. Erſt während der Kreidezeit entwickeln ſich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch dieſe höchſte Abtheilung iſt in der Kreidezeit nur durch die tiefer ſtehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erſt, in der Tertiärzeit, gehen aus dieſen die höher ſtehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommenſten von allen Blumenpflanzen. So erhob ſich in jedem jüngeren Abſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte das Pflanzenreich ſtufenweiſe zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Digitized by Google

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

I. Urthiere, Pflanzenthiere, Wurmthiere.

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſieben Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſieben Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Abſtammung der Pflanzenthiere und Würmer von der Gaſträa. Gemeinſamer Urſprung der vier höheren Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſieben Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen. Stamm der Urthiere. Urahnthiere (Moneren, Amoeben, Synamoeben, Planäaden). Gregarinen. Infuſionsthiere (Acineten und Ciliaten). Stamm der Pflanzenthiere. Gaſträaden (Gaſträa und Gaſtrula). Schwämme oder Spongien (Schleimſchwämme, Faſerſchwämme, Kalkſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Plattwürmer. Rundwürmer. Mosthiere. Mantelthiere. Räderthiere. Sternwürmer. Ringelwürmer.

Meine Herren! Das natürliche Syſtem der Organismen, welches wir ebenſo im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächſt als Leitfaden für unſere genealogiſchen Unterſuchungen benutzen müſſen, iſt hier wie dort erſt neueren Urſprungs, und weſentlich durch die Fortſchritte unſeres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klaſſifikationsverſuche des vorigen Jahrhunderts bewegten ſich faſt ſämmtlich noch in der Bahn des künſtlichen Syſtems, welches zuerſt Carl Linné in ſtrengerer Form aufgeſtellt hatte. Das künſtliche Syſtem unterſcheidet ſich von dem

Digitized by Google

natürlichen wesentlich dadurch, daß es nicht die gesammte Organisation und die innere, auf der Blutsverwandtschaft beruhende Formverwandtschaft zur Grundlage der Eintheilung macht, sondern nur einzelne und dazu meist noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterschied Linné seine 24 Klassen des Pflanzenreichs wesentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenso unterschied Derselbe im Thierreiche sechs Klassen wesentlich nach der Beschaffenheit des Herzens und des Blutes. Diese sechs Klassen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fische; 5. die Insekten und 6. die Würmer.

Diese sechs Thierklassen Linné's sind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war schon ein wichtiger Fortschritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier ersten Klassen als Wirbelthiere (Vertebrata) zusammenfaßte, und diesen die übrigen Thiere, die Insekten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbellose (Invertebrata) gegenüberstellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeschichte, auf Aristoteles zurück, welcher diese beiden großen Hauptgruppen bereits unterschieden, und die ersteren Blutthiere, die letzteren Blutlose genannt hatte.

Den nächsten großen Fortschritt zum natürlichen System des Thierreichs thaten einige Decennien später zwei der verdienstvollsten Zoologen, Carl Ernst Bär und George Cuvier. Wie schon früher erwähnt wurde, stellten dieselben fast gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverschiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterscheiden seien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus besitze. (Vergl. oben S. 48.) In jeder dieser Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchst zusammengesetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus ist ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als besonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieser „Typus"

Digitized by Google

wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigsten Körpertheile und die Verbindungsweise der Organe bestimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen ist abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plastiden und Organe. Diese außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher sich auf die individuelle Entwickelungsgeschichte der Thiere stützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher sich bloß an die Resultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieser noch jener die wahre Ursache jenes merkwürdigen Verhältnisses. Diese wird uns erst durch die Descendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinsame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpassung bedingt ist. (Gen. Morph. II, 10.)

Sowohl Bär als Cuvier unterscheiden im Thierreich vier verschiedene Typen oder Baupläne und theilen dasselbe dem entsprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreise) ein. Die erste von diesen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier ersten Klassen Linné's umfassen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Insekten Linné's, also die eigentlichen Insekten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbesondere die gegliederten Würmer, enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muscheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich ist aus den verschiedenen Strahlthieren (Radiata) zusammengesetzt, welche sich auf den ersten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „strahlige", blumenähnliche Körperform unterscheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei symmetrisch-gleichen Seitenhälften besteht, aus zwei Gegenstücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darstellt, so ist dagegen bei den sogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich

Digitized by Google

vier, fünf oder sechs Gegenstücken zusammengesetzt, welche wie bei einer Blume um eine gemeinsame Hauptaxe gruppirt sind. So auffallend dieser Unterschied zunächst auch erscheint, so ist er doch im Grunde nur untergeordnet, und keineswegs hat die Strahlform bei allen „Strahlthieren" dieselbe Bedeutung.

Die Aufstellung dieser natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreise des Thierreichs durch Bär und Cuvier war der größte Fortschritt in der Klassifikation der Thiere seit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere sind so naturgemäß, daß sie noch heutzutage in wenig verändertem Umfang beibehalten werden. Dagegen mußte die ganz unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer Erkenntniß alsbald aufgelöst werden. Zuerst wies Leuckart 1848 nach, daß darunter zwei grundverschiedene Typen vermischt seien, nämlich einerseits die Sternthiere (Echinoderma): die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken; andrerseits die Pflanzenthiere (Coelenterata oder Zoophyta): die Schwämme, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen.

Schon vorher (1845) hatte der ausgezeichnete Münchener Zoologe Siebold die Infusionsthierchen oder Infusorien mit den Wurzelfüßern oder Rhizopoden in einer besonderen Hauptabtheilung als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch stieg die Zahl der thierischen Typen oder Kreise auf sechs. Endlich wurde dieselbe noch dadurch um einen siebenten Typus vermehrt, daß die neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerseits die mit gegliederten Beinen versehenen Gliederfüßer (Arthropoda), welche den Insekten im Sinne Linné's entsprechen, nämlich die eigentlichen (sechsbeinigen) Insekten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse; andrerseits die fußlosen oder mit ungegliederten Füßen versehenen Würmer (Vermes). Diese letzteren umfassen nur die eigentlichen Würmer (die Ringelwürmer, Plattwürmer u. s. w.) und entsprechen daher keineswegs den Würmern im Sinne Linné's, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere niedere Thiere gerechnet hatte.

Digitized by Google

So wäre denn nach der Anſchauung der neueren Zoologen, welche Sie faſt in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus ſieben ganz verſchiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zuſammengeſetzt, deren jede durch einen charakteriſtiſchen, ihr ganz eigenthümlichen ſogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verſchieden iſt. In dem natürlichen Syſtem des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrſcheinlichen Stammbaum deſſelben entwickeln werde, ſchließe ich mich im Großen und Ganzen dieſer üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modifikationen, welche ich in Betreff der Genealogie für ſehr wichtig halte, und welche unmittelbar durch unſere hiſtoriſche Auffaſſung der thieriſchen Formbildung bedingt ſind.

Ueber den Stammbaum des Thierreiches erhalten wir (ebenſo wie über denjenigen des Pflanzenreiches) offenbar die ſicherſten Aufſchlüſſe durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie. Außerdem giebt uns auch über die hiſtoriſche Aufeinanderfolge vieler Gruppen die Paläontologie höchſt ſchätzbare Auskunft. Zunächſt können wir aus zahlreichen Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie auf die gemeinſame Abſtammung aller derjenigen Thiere ſchließen, die zu einem jeden der genannten „Typen" gehören. Denn trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieſer Typen ſich entwickelt, iſt dennoch die Grundlage des inneren Baues, das weſentliche Lagerungsverhältniß der Körpertheile, welches den Typus beſtimmt, ſo conſtant, bei allen Gliedern jedes Typus ſo übereinſtimmend, daß man dieſelben eben wegen dieſer inneren Formverwandtſchaft im natürlichen Syſtem in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber unmittelbar, daß dieſe Vereinigung auch im Stammbaum des Thierreichs ſtattfinden muß. Denn die wahre Urſache jener innigen Formverwandtſchaft kann nur die wirkliche Blutsverwandtſchaft ſein. Wir können alſo ohne Weiteres den wichtigen Satz aufſtellen, daß alle Thiere, welche zu einem und demſelben Kreis oder Typus gehören, von einer und derſelben urſprünglichen Stammform abſtammen. Mit anderen

Digitized by Google

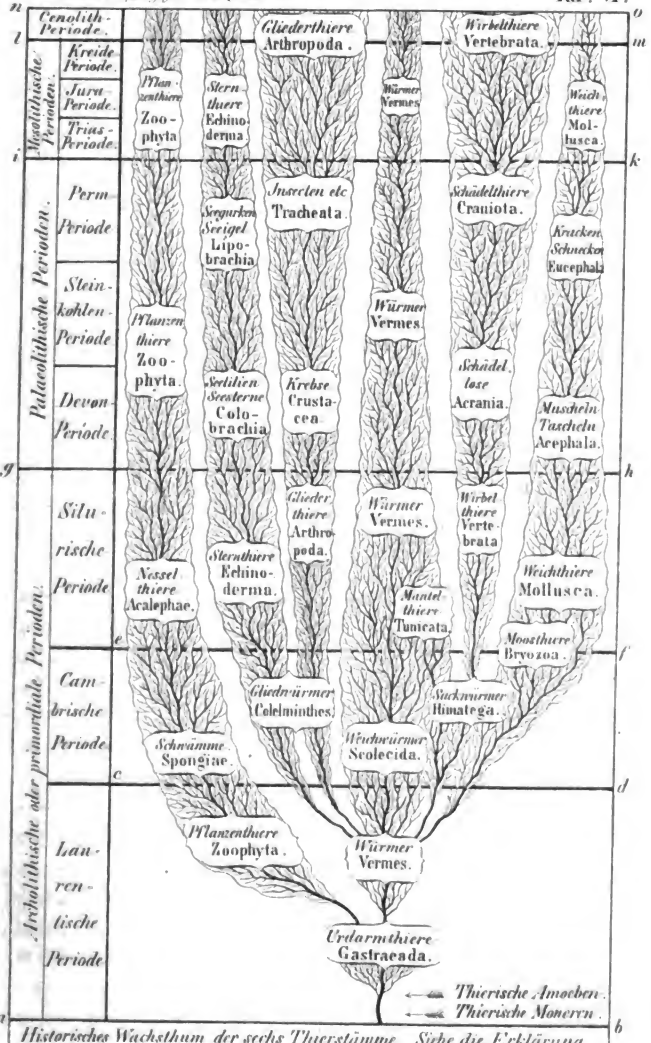
Worten, der Begriff des Kreiſes oder Typus, wie er in der Zoologie ſeit Bär und Cuvier für die wenigen oberſten Hauptgruppen oder „Unterreiche" des Thierreichs gebräuchlich iſt, fällt zuſammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Deſcendenztheorie für die Geſammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche höchſtwahrſcheinlich blutsverwandt ſind, und eine gemeinſame Wurzel beſitzen.

Wenn wir demgemäß die ganze Mannichfaltigkeit der thieriſchen Formen auf jene ſieben Grundformen zurückführen können, ſo tritt uns als zweites phylogenetiſches Problem die Frage entgegen: Wo kommen dieſe ſieben Thierſtämme her? Sind die ſieben urſprünglichen Stammformen derſelben ganz ſelbſtſtändigen Urſprungs, oder ſind auch ſie unter einander in entfernterem Grade blutsverwandt?

Anfänglich könnte man geneigt ſein, dieſe Frage in polyphyletiſchem Sinne dahin zu beantworten, daß für jeden der ſieben großen Thierſtämme mindeſtens eine ſelbſtſtändige und von den anderen gänzlich unabhängige Stammform angenommen werden muß. Allein bei eingehendem Nachdenken über dieſes ſchwierige Problem gelangt man doch ſchließlich zu der monophyletiſchen Ueberzeugung, daß auch dieſe ſieben Stammformen ganz unten an der Wurzel zuſammenhängen, daß auch ſie wieder von einer einzigen, gemeinſamen Urform abzuleiten ſind. Auch im Thierreich, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenz-Hypotheſe das Uebergewicht über die entgegengeſetzte, vielſtämmige oder polyphyletiſche Hypotheſe.

Vor Allem und in erſter Linie iſt es die vergleichende Ontogenie, welche uns zu dieſer monophyletiſchen Ueberzeugung von dem einheitlichen Urſprunge des ganzen Thierreichs (nach Ausſchluß der Protiſten natürlich!) führt. Der Zoologe, welcher die individuelle Entwickelungsgeſchichte der Thierſtämme denkend vergleicht und die Bedeutung des biogenetiſchen Grundgeſetzes begriffen hat (S. 361), kann ſich der Ueberzeugung nicht verſchließen, daß auch für die ſieben ange-

Digitized by Google



Digitized by Google

führten Thierſtämme eine gemeinſame Wurzelform angenommen werden muß, und daß alle Thiere mit Inbegriff des Menſchen von einer einzigen gemeinſamen Stammform abſtammen. Aus jenen ontogenetiſchen Thatſachen ergiebt ſich die nachſtehende phylogenetiſche Hypotheſe, welche ich in meiner „Gaſträa-Theorie" und in meiner „Philoſophie der Kalkſchwämme" näher erläutert habe (Monographie der Kalkſchwämme[50]), Band I, S. 464, 465 u. ſ. w. „Die Keimblätter-Theorie und der Stammbaum des Thierreichs").

Die erſte Stufe des organiſchen Lebens bildeten auch im Thierreiche (wie im Pflanzenreiche und Protiſtenreiche) ganz einfache Moneren, durch Urzeugung entſtanden. Noch jetzt wird die einſtmalige Exiſtenz dieſes denkbar einfachſten thieriſchen Formzuſtandes dadurch bezeugt, daß die Eizelle vieler Thiere nach eingetretener Befruchtung zunächſt ihren Kern verliert, ſomit auf die niedere Bildungsſtufe einer kernloſen Cytode zurückſinkt und dann einem Moner gleicht. Dieſen merkwürdigen Vorgang deute ich nach dem Geſetze der latenten Vererbung (S. 184) als einen phylogenetiſchen Rückſchlag der Zellenform in die urſprüngliche Cytodenform. Die Monerula, wie wir dieſe kernloſe Ei-Cytode nennen können, wiederholt nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze (S. 361) die älteſte aller Thierformen, die gemeinſame Stammform des Thierreichs, das Moner.

Der zweite ontogenetiſche Vorgang beſteht darin, daß ſich in der Monerula ein neuer Kern bildet, und ſomit die kernloſe Ei-Cytode ſich auf's Neue zu dem Form-Werthe einer wahren Ei-Zelle erhebt. Dem entſprechend haben wir als die zweite phylogenetiſche Stammform des Thierreichs die einfache kernhaltige thieriſche Zelle, oder das einzellige Urthier anzuſehen, welches noch heute in den Amoeben der Gegenwart uns lebendig vor Augen tritt. Gleich dieſen noch jetzt lebenden einfachen Amoeben, und gleich den nackten, davon nicht zu unterſcheidenden Eizellen vieler niederen Thiere (der Schwämme, Meduſen u. ſ. w.), waren auch jene uralten phyletiſchen Stamm-Amoeben ganz einfache nackte Zellen, die ſich mittelſt formwechſelnder Fortſätze kriechend in dem laurentiſchen Urmeere umherbe-

Digitized by Google

wegten und auf dieſelbe Weiſe, wie die heutigen Amoeben, ernährten und fortpflanzten (vergl. S. 169 und 380). Die Exiſtenz dieſer einzelligen, einer Amoeba gleichen Stammform des ganzen Thierreichs wird unwiderleglich durch die höchſt wichtige Thatſache bewieſen, daß das Ei aller Thiere, vom Schwamm und vom Wurm bis zur Ameiſe und zum Menſchen hinauf eine einfache Zelle iſt.

Aus dem einzelligen Zuſtande entwickelte ſich in dritter Linie der einfachſte vielzellige Zuſtand, nämlich ein Haufen oder eine kleine Gemeinde von einfachen, gleichartigen Zellen. Noch jetzt entſteht bei der ontogenetiſchen Entwickelung jeder thieriſchen Eizelle durch wiederholte Theilung derſelben zunächſt ein kugeliger Haufen von lauter gleichartigen nackten Zellen (vergl. S. 170 und Taf. XVI, Fig. 3). Wir nannten dieſen Zellenhaufen wegen ſeiner Aehnlichkeit mit einer Maulbeere oder Brombeere das Maulbeer-Stadium (Morula). In allen verſchiedenen Thierſtämmen kehrt dieſer Morula-Körper in derſelben einfachen Geſtalt wieder, und gerade aus dieſem äußerſt wichtigen Umſtande können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit der größten Sicherheit ſchließen, daß auch die älteſte vielzellige Stammform des Thierreichs einer ſolchen Morula glich, und einen einfachen Haufen von lauter amoebenartigen, unter ſich gleichen Urzellen darſtellte. Wir wollen dieſe älteſte Amoeben-Geſellſchaft, dieſe einfachſte Thierzellen-Gemeinde, welche durch die Morula repräſentirt wird, Synamoebium nennen.

Aus dem Synamoebium entwickelte ſich weiterhin in früher laurentiſcher Urzeit eine vierte Stammform des Thierreichs, welche wir Flimmerſchwärmer (Planaea) nennen wollen. Dieſe letztere entſtand aus dem erſteren dadurch, daß im Inneren des kugeligen Zellenhaufens ſich Flüſſigkeit anſammelte. Dadurch wurden die ſämmtlichen gleichartigen Zellen an die Oberfläche gedrängt und bildeten nunmehr als einfache Zellenſchicht die dünne Wand einer kugeligen Blaſe. Die amoeboiden Fortſätze der Zellen begannen ſich raſcher und regelmäßiger zu bewegen und verwandelten ſich in bleibende Flimmerhaare. Durch die Flimmerbewegung dieſer letzteren wurde

Digitized by Google

der ganze vielzellige Körper in kräftigere und ſchnellere Bewegung verſetzt, und ging aus der kriechenden in die ſchwimmende Ortsbewegung über. In ganz derſelben Weiſe geht noch gegenwärtig in der Ontogeneſe niederer Thiere aus den verſchiedenſten Thierſtämmen die Morula in eine flimmernde Larvenform über, welche ſchon ſeit dem Jahre 1847 unter dem Namen der Planula bekannt iſt. Dieſe Planula iſt ein blaſenförmiger, bald kugeliger, bald eiförmiger oder länglich runder Körper, welcher mittelſt Flimmerbewegung im Waſſer umherſchwimmt. Die dünne Wand der kugeligen mit Flüſſigkeit gefüllten Blaſe beſteht aus einer einzigen Schicht von flimmernden Zellen, ähnlich wie bei der Magoſphära (S. 384).

Aus dieſer Planula oder Flimmerlarve entwickelt ſich bei Thieren aller Stämme weiterhin zunächſt eine außerordentlich wichtige und intereſſante Thierform, welche ich in meiner Monographie der Kalkſchwämme mit dem Namen Gastrula (d. h. Magenlarve oder Darmlarve) belegt habe (Taf. XVI, Fig. 5, 6). Dieſe Gaſtrula gleicht äußerlich der Planula, unterſcheidet ſich aber weſentlich dadurch von ihr, daß ihr innerer Hohlraum ſich durch eine Mündung nach außen öffnet und daß die Zellenwand deſſelben nicht einſchichtig, ſondern zweiſchichtig iſt. Der Hohlraum iſt der „Urdarm" oder „Urmagen" (Progaster), die erſte Anlage des ernährenden Darmkanals; ſeine Oeffnung iſt der „Urmund" (Prostoma), die erſte Mundöffnung. Die beiden Zellenſchichten der Darmwand, welche zugleich die Körperwand der hohlen Gaſtrula iſt, ſind „die beiden primären Keimblätter: Hautblatt und Darmblatt". Die höchſt wichtige Larvenform der Gaſtrula kehrt in derſelben Geſtalt in der Ontogeneſe von Thieren aller Stämme wieder: bei den Schwämmen, Meduſen, Korallen, Würmern, Mantelthieren, Sternthieren, Weichthieren, ja ſogar bei den niederſten Wirbelthieren (Amphioxus, vergl. S. 510, Taf. XII, Fig. B4; Ascidia, ebendaſelbſt Fig. A4).

Aus der ontogenetiſchen Verbreitung der Gaſtrula bei den verſchiedenſten Thierklaſſen, von den Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren hinauf, können wir nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze mit

Digitized by Google

Formwerth der fünf erſten Entwickelungsſtufen des Thierkörpers, verglichen in der individuellen und phyletiſchen Entwickelung	Ontogenesis. Die fünf erſten Stufen der Keimes-Entwickelung	Phylogenesis. Die fünf erſten Stufen der Stammes-Entwickelung
Erſtes Entwickelungs-Stadium **Eine einfachſte Cytode** (Eine kernloſe Plaſtide)	1. **Monerula** Kernloſes Thier-Ei (der Eikern ſchwindet nach der Befruchtung)	1. **Moneres** Aelteſte animale Moneren (durch Urzeugung entſtanden)
Zweites Entwickelungs-Stadium **Eine einfache Zelle** (Eine kernhaltige Plaſtide)	2. **Ovulum** Kernhaltiges Thier-Ei (einfache Eizelle)	2. **Amoeba** Aelteſte animale Amoeben
Drittes Entwickelungs-Stadium **Eine ſolide Gemeinde** (ein Aggregat) **von gleichartigen einfachen Zellen**	3. **Morula** (Maulbeerdotter) Kugeliger Haufen von gleichartigen „Furchungskugeln“	3. **Synamoebium** (Amoebenſtock) Aelteſte Haufen von geſelligen gleichartigen „Amoeben“
Viertes Entwickelungs-Stadium Eine kugelige oder eiförmige, mit Flüſſigkeit gefüllte **Blaſe, deren dünne Wand aus einer einzigen Schicht von gleichartigen flimmernden Zellen beſteht.**	4. **Planula** (Flimmerlarve) Hohle blaſenförmige Larve (oder Embryo), deren dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht.	4. **Planaea** (Flimmerſchwärmer) Hohles blaſenförmiges Urthier, deſſen dünne Wand aus einer einzigen flimmernden Zellenſchicht beſteht.
Fünftes Entwickelungs-Stadium Ein kugeliger oder eiförmiger **Körper mit einfacher Darmhöhle und Mundöffnung: Darmwand aus zwei Blättern zuſammengeſetzt:** außen flimmerndes Exoderm (Dermalblatt); innen flimmerloſes Entoderm (Gaſtralblatt)	5. **Gastrula** (Darmlarve) Vielzellige Larve mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Keimform der Darmthiere)	5. **Gastraea** Vielzelliges Darmthier mit Darm und Mund; Darmwand zweiblättrig (Urſprüngliche Stammform der Darmthiere)

Digitized by Google

Sicherheit den Schluß ziehen, daß während der laurentischen Periode eine gemeinsame Stammform der sechs höheren Thierstämme existirte, welche im Wesentlichen der Gastrula gleich gebildet war, und welche wir Gastraea nennen wollen. Diese Gasträa besaß einen ganz einfachen, kugeligen, eiförmigen oder länglich runden Körper, der eine einfache Höhle von gleicher Gestalt, den Urdarm, umschloß; an einem Pole der Längsaxe öffnete sich der Urdarm durch einen Mund, der zur Nahrungsaufnahme diente. Die Körperwand (zugleich Darmwand) bestand aus zwei Zellenschichten, dem flimmerlosen Entoderm oder Darmblatt, und dem flimmernden Exoderm oder Hautblatt; durch die Flimmerbewegung des letzteren schwamm die Gasträa im laurentischen Urmeere frei umher. Auch bei denjenigen höheren Thieren, bei denen die ursprüngliche Gastrula-Form in der Ontogenese nach dem Gesetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) verloren gegangen ist, hat sich dennoch die Zusammensetzung des Gasträa-Körpers auf diejenige Keimform vererbt, die zunächst aus der Morula entsteht. Diese Keimform ist eine länglich runde Scheibe, die aus zwei Zellenlagen oder Blättern besteht: die äußere Zellenschicht, das animale oder dermale Keimblatt, entspricht dem Exoderm der Gasträa; aus ihr entwickelt sich die äußere Oberhaut (Epidermis) mit ihren Drüsen und Anhängen, sowie das Centralnervensystem. Die innere Zellenschicht, das vegetative oder gastrale Keimblatt, ist ursprünglich das Entoderm der Gasträa; aus ihr entwickelt sich die ernährende innere Haut (Epithelium) des Darmkanals und seiner Drüsen. (Vergl. meine Monographie der Kalkschwämme, Bd. I, S. 466 ꝛc.)

Wir hätten demnach durch die Ontogenie für unsere Hypothese von der monophyletischen Descendenz des Thierreichs bereits fünf primordiale Entwickelungsstufen gewonnen: 1) das Moner; 2) die Amoebe; 3) das Synamoebium; 4) die Planäa und 5) die Gasträa. Die einstmalige Existenz dieser fünf ältesten, auf einander folgenden Stammformen, welche im laurentischen Zeitalter gelebt haben müssen, folgt unmittelbar aus dem biogenetischen Grundgesetz, aus dem Paral-

Digitized by Google

lismus und dem mechaniſchen Cauſalzuſammenhang der Ontogeneſis und der Phylogeneſis (vergl. S. 444). Die vier erſten Formſtufen (die animalen Moneren, Amoeben, Synamoebien und Planäaden) könnten wir in dem Stamme der Urthiere (Protozoa) unterbringen, der außerdem auch die heute noch lebenden Infuſorien und Gregarinen enthält. Mit der fünften Entwickelungsſtufe hingegen, mit der Gaſträa, erhebt ſich das Thierreich auf eine weit höhere Organiſationsſtufe.

Die phyletiſche Entwickelung der ſechs höheren Thierſtämme, welche ſämmtlich von der Gaſträa abſtammen, ſchlug von dieſem gemeinſamen Ausgangspunkte aus einen zweifach verſchiedenen Weg ein. Mit anderen Worten: die Gaſträaden (wie wir die durch den Gaſträa-Typus charakteriſirte Formen-Gruppe nennen können) ſpalteten ſich in zwei divergirende Linien oder Zweige. Der eine Zweig der Gaſträaden gab die freie Ortsbewegung auf, ſetzte ſich auf dem Meeresboden feſt, und wurde ſo durch Anpaſſung an feſtſitzende Lebensweiſe zum Protascus, zu der gemeinſamen Stammform der Pflanzenthiere (Zoophyta). Der andere Zweig der Gaſträaden behielt die freie Ortsbewegung bei, ſetzte ſich nicht feſt, und entwickelte ſich weiterhin zur Prothelmis, der gemeinſamen Stammform der Würmer (Vermes). (Vgl. S. 449.)

Dieſer letztere Stamm (in dem Umfang, wie ihn heutzutage die moderne Zoologie begrenzt) iſt phylogenetiſch vom höchſten Intereſſe. Unter den Würmern nämlich finden ſich, wie wir nachher ſehen werden, neben ſehr zahlreichen eigenthümlichen Thierfamilien und neben vielen ſelbſtſtändigen Klaſſen auch einzelne ſehr merkwürdige Thierformen, welche als unmittelbare Uebergangsformen zu den vier höheren Thierſtämmen betrachtet werden können. Sowohl die vergleichende Anatomie als die Ontogenie dieſer Würmer läßt uns in ihnen die nächſten Blutsverwandten derjenigen ausgeſtorbenen Thierformen erkennen, welche die urſprünglichen Stammformen der vier höheren Thierſtämme waren. Dieſe letzteren, die Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere ſtehen mithin unter einander in

Digitized by Google

keiner näheren Blutsverwandtschaft, sondern sind an vier verschiedenen Stellen aus dem Stamme der Würmer entsprungen.

Wir gelangen demnach auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie zu demjenigen monophyletischen Stammbaum des Thierreichs, dessen Grundzüge auf S. 449 dargestellt sind. Hiernach sind die sieben Phylen oder Stämme des Thierreichs genealogisch von sehr verschiedenem Werthe. Die ursprüngliche Stammgruppe des ganzen Thierreichs bilden die Urthiere (Protozoa). Aus einem Zweige der Protozoen entwickelte sich die bedeutungsvolle Stammform der Gasträa und aus dieser entsprangen als zwei divergirende Aeste die beiden Stämme der Pflanzenthiere (Zoophyta) und der Würmer (Vermes). Aus vier verschiedenen Gruppen des Würmerstammes entwickelten sich die vier höheren Thierstämme: einerseits die Sternthiere (Echinoderma) und Gliederthiere (Arthropoda), andrerseits die Weichthiere (Mollusca) und Wirbelthiere (Vertebrata). Im Gegensatze zu den darmlosen Urthieren (Protozoa), die niemals Keimblätter bilden, kann man alle übrigen Thiere mit Darm und mit zwei primären Keimblättern unter dem Namen Darmthiere (Metazoa) zusammenfassen.

Nachdem wir so den monophyletischen Stammbaum des Thierreichs in seinen wichtigsten Grundzügen festgestellt haben, wenden wir uns zu einer näheren Betrachtung der historischen Entwickelung, welche die sieben Stämme des Thierreichs und die darin zu unterscheidenden Klassen (S. 448) eingeschlagen haben. Die Zahl dieser Klassen ist im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entsprechend seiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, sich in viel mehr verschiedenen Richtungen differenziren und vervollkommnen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in sechs Hauptklassen und neunzehn Klassen eintheilen konnten, müssen wir im Thierreiche wenigstens sechszehn Hauptklassen und acht und dreißig Klassen unterscheiden. Diese vertheilen sich in nachstehender systematischer Uebersicht folgendermaßen auf die sieben Stämme des Thierreichs (S. 448, 449).

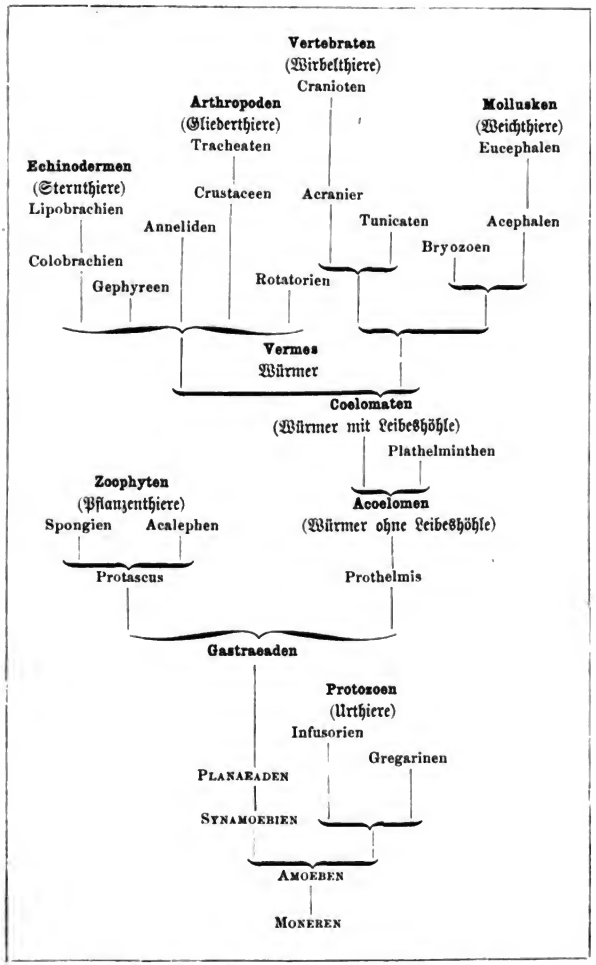
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 16 Hauptklaſſen und 38 Klaſſen des Thierreichs.

Stämme oder Phylen des Thierreichs	Hauptklaſſen oder Stammäſte des Thierreichs	Klaſſen des Thierreichs		Syſtematiſcher Name der Klaſſen
Erſtes Unterreich: Urthiere (Protozoa). Thiere ohne Keimblätter, ohne Darm, ohne Gewebe.				
A. Urthiere Protozoa	I. Cithiere *Orularia*	1. Urahnthiere	1.	Archezoa
		2. Gregarinen	2.	Gregarinae
	II. Infuſionsthiere *Infusoria*	3. Sauginfuſorien	3.	Acinetae
		4. Wimperinfuſorien	4.	Ciliata
Zweites Unterreich: Darmthiere (Metazoa). Thiere mit zwei primären Keimblättern, mit Darm, mit Geweben.				
B. Pflanzenthiere Zoophyta	III. Schwammthiere *Spongiae*	5. Urdarmthiere	5.	Gastraeada
		6. Schwämme	6.	Porifera
	IV. Neſſelthiere *Acalephae*	7. Korallen	7.	Corolla
		8. Schirmquallen	8.	Hydromedusae
		9. Kammquallen	9.	Ctenophora
C. Wurmthiere Vermes	V. Dichtwürmer *Acoelomi*	10. Urwürmer	10.	Archelminthes
		11. Plattwürmer	11.	Plathelminthes
	VI. Blutwürmer *Coelomati*	12. Rundwürmer	12.	Nemathelminthes
		13. Manteltbiere	13.	Tunicata
		14. Moosthiere	14.	Bryozoa
		15. Räderthiere	15.	Rotatoria
		16. Sternwürmer	16.	Gephyrea
		17. Ringelwürmer	17.	Annelida
D. Weichthiere Mollusca	VII. Kopfloſe *Acephala*	18. Taſcheln	18.	Spirobranchia
		19. Muſcheln	19.	Lamellibranchia
	VIII. Kopfträger *Eucephala*	20. Schnecken	20.	Cochlides
		21. Kracken	21.	Cephalopoda
E. Sternthiere Echinoderma	IX. Gliederarmige *Colobrachia*	22. Seeſterne	22.	Asterida
		23. Seelilien	23.	Crinoida
	X. Armloſe *Lipobrachia*	24. Seeigel	24.	Echinida
		25. Seegurken	25.	Holothuriae
F. Gliederthiere Arthropoda	XI. Kiemenkerfe *Carides*	26. Krebsthiere	2 .	Crusacea
	XII. Tracheenkerfe *Tracheata*	27. Spinnen	27.	Arachnida
		28. Tauſendfüßer	28.	Myriapoda
		29. Inſekten	29.	Insecta
G. Wirbelthiere Vertebrata	XIII. Schädelloſe *Acrania*	30. Rohrherzen	30.	Leptocardia
	XIV. Unpaarnaſen *Monorhina*	31. Rundmäuler	31.	Cyclostoma
	XV. Amnionloſe *Anamnia*	32. Fiſche	32.	Pisces
		33. Lurchfiſche	33.	Dipneusta
		34. Seedrachen	34.	Halisauria
		35. Lurche	35.	Amphibia
	XVI. Amnionthiere *Amniota*	36. Schleicher	36.	Reptilia
		37. Vögel	37.	Aves
		38. Säugethiere	38.	Mammalia

Digitized by Google



Digitized by Google

Die Gruppe der Urthiere (Protozoa) in dem Umfange, welchen wir hier dieſem Stamme geben, umfaßt die älteſten und einfachſten Stammformen des Thierreichs, insbeſondere die vier erſten von den vorher aufgeführten fünf älteſten phyletiſchen Entwickelungsſtufen, und außerdem die Infuſorien und Gregarinen, ſowie alle diejenigen unvollkommenſten Thierformen, welche wegen ihrer einfachen und indifferenten Organiſation in keinem der ſechs übrigen Thierſtämme untergebracht werden können. Die meiſten Zoologen rechnen außerdem zu den Urthieren noch einen größeren oder geringeren Theil von jenen niederſten Organismen, welche wir in unſerem neutralen Protiſtenreiche (im ſechszehnten Vortrage) aufgeführt haben. Dieſe Protiſten aber, namentlich die große und formenreiche Abtheilung der Rhizopoden, können wir aus den oben mitgetheilten Gründen nicht als echte Thiere betrachten. Wenn wir demnach von dieſen hier ganz abſehen, können wir als echte Protozoen zwei verſchiedene Hauptklaſſen betrachten: Eithiere (Ovularia) und Infuſionsthiere (Infusoria). Zu den erſteren gehören die beiden Klaſſen der Archezoen und Gregarinen, zu den letzteren die beiden Klaſſen der Acineten und Ciliaten.

Die erſte Hauptklaſſe der Urthiere bilden die Eithiere (Ovularia). Sie umfaßt die erſten, älteſten und niedrigſten Stufen der thieriſchen Organiſation. Ihre Reihe wird eröffnet durch die vier älteſten und einfachſten Stammformen des Thierreichs, deren einſtmalige Exiſtenz wir mittelſt des biogenetiſchen Grundgeſetzes vorſtehend nachgewieſen haben, alſo: 1) die thieriſchen Moneren; 2) die thieriſchen Amoeben; 3) die thieriſchen Synamoebien und 4) die thieriſchen Planäaden. Wenn man will, kann man auch einen Theil der noch gegenwärtig lebenden Moneren und Amoeben dahin rechnen, während ein anderer Theil derſelben (nach den Erörterungen des XVI. Vortrags) wegen ſeiner neutralen Natur zu den Protiſten, ein dritter Theil wegen ſeiner vegetabilen Natur zu den Pflanzen gerechnet werden muß. Alle dieſe primitivſten Ovularien können wir in der Klaſſe der Urahnthiere (Archezoa) zuſammenfaſſen.

Digitized by Google

Eine zweite Klasse der Eithiere würden die Gregarinen (Gregarinae) bilden, welche im Darme und in der Leibeshöhle vieler Thiere schmarotzend leben. Diese Gregarinen sind theils ganz einfache Zellen, wie die Amoeben; theils Ketten von zwei oder drei hinter einander liegenden gleichartigen Zellen. Von den nackten Amoeben unterscheiden sie sich durch eine dicke strukturlose Membran, welche ihren Zellkörper umhüllt. Man kann sie als thierische Amoeben auffassen, welche sich an parasitische Lebensweise gewöhnt, und in Folge dessen mit einer ausgeschwitzten Hülle umgeben haben. Sie zeichnen sich durch eigenthümliche Fortpflanzungs-Verhältnisse aus.

Als zweite Hauptklasse der Urthiere führen wir die echten Infusionsthiere (Infusoria) auf, in demjenigen Umfange, auf welchen die heutige Zoologie fast allgemein diese Thierklasse beschränkt. Die Hauptmasse derselben wird durch die kleinen Wimper-Infusorien (Ciliata) gebildet, die in großen Mengen alle süßen und salzigen Gewässer der Erde bevölkern und mittelst eines zarten Wimperkleides umherschwimmen. Eine zweite kleinere Abtheilung bilden die festsitzenden Saug-Infusorien (Acinetae), die sich mittelst feiner Saugröhren ernähren. Obgleich über diese kleinen, dem bloßen Auge meistens unsichtbaren Thierchen in den letzten dreißig Jahren zahlreiche und sehr genaue Untersuchungen angestellt worden sind, so befanden wir uns dennoch bis vor Kurzem über ihre Entwickelung und ihren Formwerth sehr im Unklaren. Viele Zoologen glaubten, daß dieselben trotz ihrer geringen Körpergröße eine sehr differenzirte Organisation besäßen und stellten sie zu den Würmern. Heute wissen wir, daß die echten Infusorien (sowohl Ciliaten als Acineten) nur den Formwerth einer einfachen Zelle besitzen, obgleich diese Zelle sehr eigenthümliche Differenzirungen zeigt.

Alle die niederen Organismen, die wir hier als Urthiere oder Protozoen aufführen, stimmen sowohl unter sich, als auch mit den früher betrachteten Protisten durch den beständigen Mangel mehrerer, höchst wichtiger Eigenschaften überein, welche allen Angehörigen der übrigen sechs Thierstämme übereinstimmend zukommen.

Digitized by Google

Alle übrigen Thiere nämlich, von den einfachſten Pflanzenthieren bis zu den Wirbelthieren, vom Schwamme bis zum Menſchen hinauf, ſind aus verſchiedenartigen Geweben und Organen zuſammengeſetzt, die ſich ſämmtlich aus zwei verſchiedenen Zellenſchichten urſprünglich entwickeln. Dieſe beiden Schichten ſind die beiden primären Keimblätter, die wir vorher ſchon bei der embryonalen Entwickelungsform der Gastrula kennen gelernt haben (S. 443). Die äußere Zellenſchicht oder das animale Keimblatt (das Hautblatt oder Exoderma) iſt die Grundlage für die animalen Organe des Thierkörpers: Haut, Nervenſyſtem, Muskelſyſtem, Skelet u. ſ. w. Die innere Zellenſchicht hingegen oder das vegetative Keimblatt (das Darmblatt oder Entoderma) liefert das Material für die vegetativen Organe: Darm, Gefäßſyſtem u. ſ. w. Bei den niederen Repräſentanten aller ſechs höheren Thierſtämme treffen wir noch heute in der Keimesgeſchichte die Gaſtrula an, bei welcher jene beiden primären Keimblätter in einfachſter Geſtalt auftreten und das älteſte Primitiv-Organ, den Urdarm mit dem Urmund, umſchließen. Wir können daher alle dieſe Thiere (im Gegenſatze zu den darmloſen Urthieren) als Darmthiere (Metazoa) zuſammenfaſſen. Alle dieſe Darmthiere können von einer gemeinſamen Stammform — Gastraea — abgeleitet werden und dieſe längſt ausgeſtorbene Stammform muß im Weſentlichen der heute noch überall verbreiteten Keimform — Gastrula — gleich gebildet geweſen ſein (vergl. S. 445). Aus dieſer Gaſträa entwickelten ſich, wie vorher gezeigt wurde, einſtmals zwei verſchiedene Stammformen, Protascus und Prothelmis, von denen erſtere als Stammform der Pflanzenthiere, letztere als Stammform der Würmer zu betrachten iſt. (Vergl. die Begründung dieſer Hypotheſe in meiner Monographie der Kalkſchwämme, Band I, und in der „Gaſträa-Theorie", Jena. Zeitſchr. Bd. VIII.)

Die Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata), welche den zweiten Stamm des Thierreichs bilden, erheben ſich durch ihre geſammte Organiſation bereits bedeutend über die Urthiere, während ſie noch tief unter den meiſten höheren Thieren ſtehen bleiben. Bei

Digitized by Google

den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Funktionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung, durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Pflanzenthieren dagegen sind diese Funktionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrocanalsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Die Leibeshöhle oder das Coelom, welches den höheren vier Thierstämmen zukömmt, fehlt den Zoophyten noch völlig, ebenso das Blutgefäßsystem und das Blut, ebenso Athmungsorgane u. s. w.

Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora). Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Tafel V. (Vergl. die Erklärung derselben im Anhang.)

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und die Nesselthiere oder Akalephen (S. 461). Die letztere ist viel formenreicher und höher organisirt als die erstere. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesselthieren. Insbesondere fehlen den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesselorgane, welche sämmtliche Nesselthiere besitzen.

Als die gemeinsame Stammform aller Pflanzenthiere haben wir den Protascus zu betrachten, eine längst ausgestorbene Thierform, deren frühere Existenz nach dem biogenetischen Grundgesetze durch die Ascula bewiesen wird. Diese Ascula ist eine ontogenetische Entwikkelungs-Form, welche sowohl bei den Schwämmen wie bei den Nes-

Digitized by Google

selthieren zunächst aus der Gastrula hervorgeht (vergl. die Ascula eines Kalkschwammes auf Taf. XVI, Fig. 7, 8). Nachdem nämlich die Gastrula der Pflanzenthiere eine Zeit lang im Wasser umhergeschwommen ist, sinkt sie zu Boden und setzt sich daselbst fest mit demjenigen Pole ihrer Axe, welcher der Mundöffnung entgegengesetzt ist. Die äußeren Zellen des Exoderm ziehen ihre schwingenden Flimmerhaare ein, während umgekehrt die inneren Zellen des Entoderm dergleichen zu bilden beginnen. Die Ascula, wie wir die so verwandelte Larvenform nennen, ist demnach ein einfacher Schlauch, dessen Höhle (die Magenhöhle oder Darmhöhle) sich an dem oberen (der basalen Ansatzstelle entgegengesetzten) Pole der Längsaxe durch einen Mund nach außen öffnet. Der ganze Körper ist hier gewissermaßen noch Magen oder Darm, wie bei der Gastrula. Die Wand des Schlauches, die Körperwand und zugleich Darmwand der Ascula, besteht aus zwei Zellenschichten oder Blättern, einem flimmernden Entoderm oder Gastralblatt (entsprechend dem inneren oder vegetativen Keimblatt der höheren Thiere) und einem nicht flimmernden Exoderm oder Dermalblatt (entsprechend dem äußeren oder animalen Keimblatt der höheren Thiere).

Sowohl die frei umherschwimmende Gasträa als auch der festsitzende Protascus werden während der laurentischen Periode durch zahlreiche verschiedene Gattungen und Arten vertreten gewesen sein, die wir alle in der Zoophyten-Klasse der Gasträaden zusammenfassen können. Die Descendenten dieser Gasträaden spalteten sich in zwei Linien oder Zweige: einerseits die echten Schwämme oder Spongien, andrerseits die Nesselthiere oder Akalephen. Wie nahe diese beiden Hauptklassen der Pflanzenthiere verwandt sind, und wie sie beide als zwei divergente Formen aus der Protascus-Form abzuleiten sind, habe ich in meiner Monographie der Kalkschwämme gezeigt (Bd. I, S. 485). Die Stammform der Schwämme, welche ich dort Archispongia nannte, entstand aus dem Protascus durch Bildung von Hautporen. Die Stammform der Nesselthiere, welche ich ebendaselbst als Archydra bezeichnete, entwickelte sich aus dem Prot-

Digitized by Google

ascus durch Bildung von Neſſelorganen, ſowie durch Entwickelung von Fühlfäden oder Tentakeln.

Die Klaſſe der eigentlichen Schwämme, Spongiae oder Porifera genannt (ja nicht zu verwechſeln mit dem zum Pflanzenreiche gehörigen Pilzen, S. 415), lebt im Meere, mit einziger Ausnahme des grünen Süßwaſſer-Schwammes (Spongilla). Lange Zeit galten dieſe Thiere für Pflanzen, ſpäter für Protiſten; in den meiſten Lehrbüchern werden ſie noch jetzt zu den Urthieren gerechnet. Seitdem ich jedoch die Entwickelung derſelben aus der Gaſtrula und den Aufbau ihres Körpers aus zwei Keimblättern (wie bei allen höheren Thieren) nachgewieſen habe, erſcheint ihre nahe Verwandtſchaft mit den Neſſelthieren, und zunächſt mit den Hydrapolypen, endgültig begründet. Insbeſondere hat der Olynthus, den ich als die gemeinſame Stammform der Kalkſchwämme betrachte, hierüber vollſtändigen und ſicheren Aufſchluß gegeben (Taf. XVI, Fig. 9).

Die mannichfaltigen, aber noch wenig unterſuchten Thierformen, welche in der Poriferen-Klaſſe vereinigt ſind, laſſen ſich auf drei Legionen und acht Ordnungen vertheilen. Die erſte Legion bilden die weichen, gallertigen Schleimſchwämme (Myxospongiae), welche ſich durch den Mangel aller harten Skelet-Theile auszeichnen. Dahin gehören einerſeits die längſt ausgeſtorbenen Stammformen der ganzen Klaſſe, als deren Typus uns Archispongia gilt, andrerſeits die noch lebenden Gallertſchwämme, von denen Halisarca am beſten bekannt iſt. Das Porträt der Archiſpongia, des älteſten Urſchwammes, erhalten wir, wenn wir uns aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) die dreiſtrahligen Kalknadeln entfernt denken.

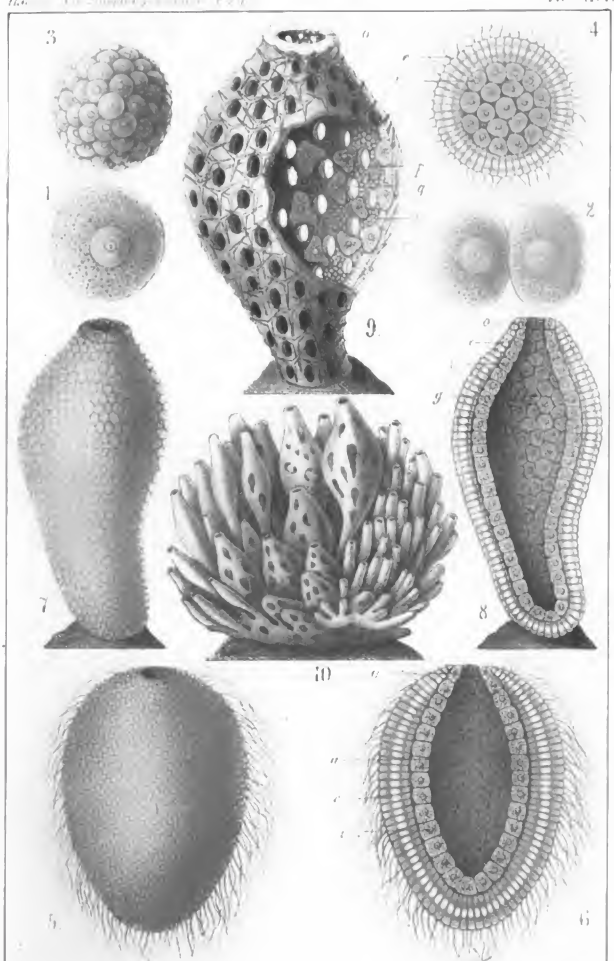
Die zweite Legion der Spongien enthält die Faſerſchwämme (Fibrospongiae), deren weicher Körper durch ein feſtes, faſeriges Skelet geſtützt wird. Dieſes Faſer-Skelet beſteht oft bloß aus ſogenannter „Hornfaſer", d. h. aus einer ſchwer zerſtörbaren und ſehr elaſtiſchen organiſchen Subſtanz; ſo namentlich bei unſerem gewöhnlichen Badeſchwamme (Euspongia officinalis), deſſen gereinigtes Skelet wir jeden Morgen zum Waſchen benutzen. Bei vielen Faſer-

Digitized by Google

ſchwämmen ſind in dieſes hornähnliche Faſer-Skelet viele Kieſelnadeln eingelagert, ſo z. B. bei dem Süßwaſſerſchwamme (Spongilla). Bei noch anderen beſteht das ganze Skelet bloß aus Kieſelnadeln, welche oft zu einem äußerſt zierlichen Gitterwerke verflochten ſind, ſo namentlich bei dem berühmten „Venusblumenkorb" (Euplectella). Nach der verſchiedenen Bildung der Nadeln kann man unter den Faſerſchwämmen drei Ordnungen unterſcheiden, die Chalynthina, Geodina und Hexactinella. Die Naturgeſchichte der Faſerſchwämme iſt von beſonderem Intereſſe für die Deſcendenz-Theorie, wie zuerſt Oscar Schmidt, der beſte Kenner dieſer Thiergruppe, nachgewieſen hat. Kaum irgendwo läßt ſich die unbegrenzte Biegſamkeit der Species-Form und ihr Verhältniß zur Anpaſſung und Vererbung ſo einleuchtend Schritt für Schritt verfolgen; kaum irgendwo läßt ſich die Species ſo ſchwer abgrenzen und definiren.

In noch höherem Maße als von der großen Legion der Faſerſchwämme, gilt dieſer Satz von der kleinen, aber höchſt intereſſanten Legion der Kalkſchwämme (Calcispongiae), über welche ich 1872 nach ſehr eingehenden fünfjährigen Unterſuchungen eine ausführliche Monographie veröffentlicht habe[50]). Die ſechzig Tafeln Abbildungen, welche dieſe Monographie begleiten, erläutern die außerordentliche Formbiegſamkeit dieſer kleinen Spongien, bei denen man von „guten Arten" im Sinne der gewöhnlichen Syſtematik überhaupt nicht ſprechen kann. Hier giebt es nur ſchwankende Formen-Reihen, welche ihre Species-Form nicht einmal auf die nächſten Nachkommen rein vererben, ſondern durch Anpaſſung an untergeordnete äußere Exiſtenz-Bedingungen unaufhörlich abändern. Hier kommt es ſogar häufig vor, daß aus einem und demſelben Stocke verſchiedene Arten hervorwachſen, welche in dem üblichen Syſteme zu mehreren ganz verſchiedenen Gattungen gehören; ſo z. B. bei der merkwürdigen Ascometra (Taf. XVI, Fig. 10). Die ganze äußere Körper-Geſtalt iſt bei den Kalkſchwämmen noch viel biegſamer und flüſſiger als bei den Kieſelſchwämmen, von denen ſie ſich durch den Beſitz von Kalknadeln unterſcheiden, die ein zierliches Skelet bilden. Mit der größ-

Digitized by Google


3
1
9
4
2
7
10
8
5
6

Digitized by Google

ten Sicherheit läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Kalkſchwämme die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe erkennen, der ſchlauchförmige Olynthus, deſſen Entwikkelung auf Taf. XVI dargeſtellt iſt (vergl. deren Erklärung im Anhang). Aus dem Olynthus (Taf. XVI, Fig. 9) hat ſich zunächſt die Stamm-Ordnung der Asconen entwickelt, aus welchen die beiden anderen Ordnungen der Kalkſchwämme, die Leuconen und Syconen, erſt ſpäter als divergirende Zweige hervorgegangen ſind. Innerhalb dieſer Ordnungen läßt ſich wiederum die Deſcendenz der einzelnen Formen Schritt für Schritt verfolgen. So beſtätigen die Kalkſchwämme in jeder Beziehung den ſchon früher von mir ausgeſprochenen Satz: „Die ganze Naturgeſchichte der Spongien iſt eine zuſammenhängende und ſchlagende Beweisführung für Darwin.“

Die zweite Hauptklaſſe im Stamme der Pflanzenthiere bilden die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidae). Dieſe formenreiche und intereſſante Thiergruppe ſetzt ſich aus drei verſchiedenen Klaſſen zuſammen, aus den Schirmquallen (Hydromedusae), den Kammquallen (Ctenophora), und den Korallen (Coralla). Als die gemeinſame Stammform der ganzen Gruppe iſt die längſt ausgeſtorbene Archydra zu betrachten, welche in den beiden noch heute lebenden Süßwaſſer-Polypen (Hydra und Cordylophora) zwei nahe Verwandte hinterlaſſen hat. Die Archydra war den einfachſten Spongien-Formen (Archispongia und Olynthus) ſehr nahe verwandt, und unterſchied ſich von ihnen weſentlich wohl nur durch den Beſitz der Neſſelorgane und den Mangel der Hautporen. Aus der Archydra entwickelten ſich zunächſt die verſchiedenen Hydroid-Polypen, von denen einige zu den Stammformen der Korallen, andere zu den Stammformen der Hydromedusen wurden. Aus einem Zweige der letzteren entwickelten ſich ſpäter die Ctenophoren.

Die Neſſelthiere unterſcheiden ſich von den Schwämmen, mit denen ſie in der charakteriſtiſchen Bildung des ernährenden Kanalſyſtems weſentlich übereinſtimmen, insbeſondere durch den conſtanten Beſitz der Neſſelorgane. Das ſind kleine, mit Gift gefüllte Bläs-

Digitized by Google

chen, welche in großer Anzahl, meiſt zu vielen Millionen, in der Haut der Neſſelthiere vertheilt ſind, und bei Berührung derſelben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Neſſelgift, ganz ähnlich dem Gift unſerer Brennneſſeln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Bei den prachtvollen blauen Seeblaſen oder Phyſalien wirkt das Gift ſo heftig, daß es den Tod des Menſchen zur Folge haben kann.

Die Klaſſe der Korallen (Coralla) lebt ausſchließlich im Meere und iſt namentlich in den wärmeren Meeren durch eine Fülle von zierlichen und bunten blumenähnlichen Geſtalten vertreten. Sie heißen daher auch Blumenthiere (Anthozoa). Die meiſten ſind auf dem Meeresboden feſtgewachſen und enthalten ein inneres Kalkgerüſte. Viele von ihnen erzeugen durch fortgeſetztes Wachsthum ſo gewaltige Stöcke, daß ihre Kalkgerüſte die Grundlage ganzer Inſeln bilden; ſo die berühmten Korallen-Riffe und Atolle der Südſee, über deren merkwürdige Formen wir erſt durch Darwin[13]) aufgeklärt worden ſind. Die Gegenſtücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabſchnitte des Körpers, welche ſtrahlenförmig vertheilt um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumſtehen, ſind bei den Korallen bald zu vier, bald zu ſechs, bald zu acht vorhanden. Danach unterſcheiden wir als drei Legionen die vierzähligen (Tetracoralla), die ſechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octocoralla). Die vierzähligen Korallen bilden die gemeinſame Stammgruppe der Klaſſe, aus welcher ſich die ſechszähligen und achtzähligen als zwei divergirende Aeſte entwickelt haben.

Die zweite Klaſſe der Neſſelthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meiſtens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem Meeresboden feſtſitzen, ſchwimmen die Schirmquallen meiſtens in Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden feſtgewachſen ſind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niederſten und einfachſten Angehörigen dieſe Klaſſe ſind die kleinen

Digitized by Google

Süßwaſſerpolypen (Hydra und Cordylophora). Wir können ſie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Urpolypen (Archydrae) anſehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Abtheilung der Neſſelthiere den Urſprung gaben. Von der Hydra kaum zu trennen ſind diejenigen feſtſitzenden Hydroidpolypen (Campanularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei ſchwimmende Meduſen erzeugen, aus deren Eiern wiederum feſtſitzende Polypen entſtehen. Dieſe frei ſchwimmenden Schirmquallen haben meiſtens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenſchirms, von deſſen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den ſchönſten und intereſſanteſten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeſchichte, insbeſondere der verwickelte Generationswechſel der Polypen und Meduſen, gehört zu den ſtärkſten Zeugniſſen für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Denn wie noch jetzt täglich Meduſen aus Hydroiden entſtehen, ſo iſt auch urſprünglich phylogenetiſch die frei ſchwimmende Meduſenform aus der feſtſitzenden Polypenform hervorgegangen. Ebenſo wichtig für die Deſcendenz-Theorie iſt auch die merkwürdige Arbeitstheilung der Individuen, welche namentlich bei den herrlichen Siphonophoren zu einem erſtaunlich hohen Grade entwickelt iſt[37]). (Taf. VII, Fig. 13.)

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat ſich wahrſcheinlich die dritte Klaſſe der Neſſelthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Dieſe Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, beſitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meiſten Schirmquallen, kryſtallhell und durchſichtig wie geſchliffenes Glas iſt. Ausgezeichnet ſind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengeſetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derſelben haben ſich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erſt ſpäter aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. (Vergl. Taf. VII, Fig. 16.)

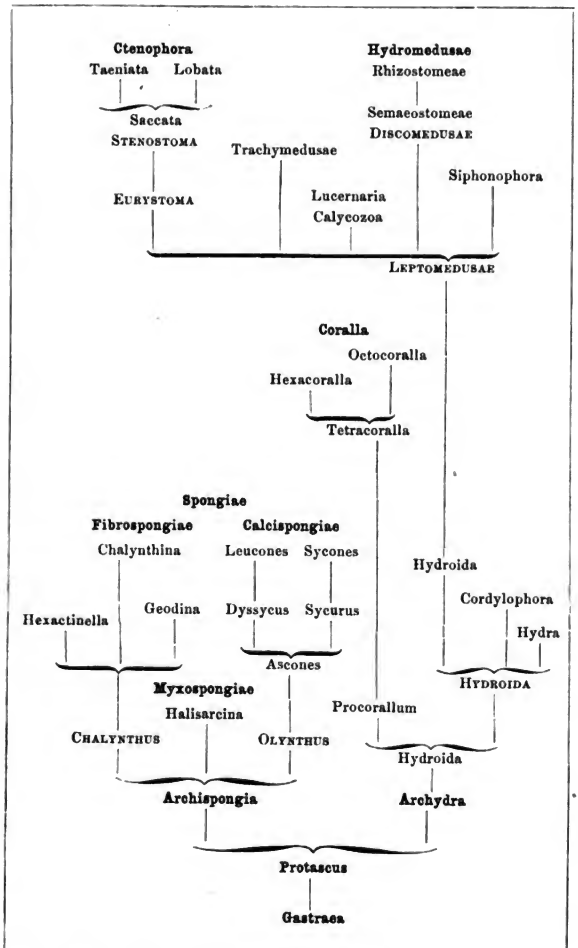
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 5 Klaſſen und 32 Ordnungen der Pflanzenthiere.

Klaſſen der Pflanzenthiere	Legionen der Pflanzenthiere	Ordnungen der Pflanzenthiere	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Urdarmthiere Gastraeada	I. *Gastraeada* Urdarmthiere	1. Gastraeones	Gastraea
		2. Protascones	Protascus
II Schwämme Spongiae oder Porifera	II. *Myxospongiae* Schleimſchwämme	3. Archispongina	Archispongia
		4. Halisarcina	Halisarca
	III. *Fibrospongiae* Faſerſchwämme	5. Chalynthina	Spongilla
		6. Geodina	Ancorina.
		7. Hexactinella	Euplectella
	IV. *Calcispongiae* Kalkſchwämme	8. Ascones	Olynthus
		9. Leucones	Dyssycus
		10. Sycones	Sycurus
III. Korallen Coralla oder Anthozoa	V. *Tetracoralla* Vierzählige	11. Rugosa	Cyathophyllum
		12. Paranemata	Cereanthus
	VI. *Hexacoralla* Sechszählige	13. Cauliculata	Antipathes
		14. Madreporaria	Astraea
		15. Halirhoda	Actinia
	VII. *Octocoralla* Achtzählige	16. Alcyonida	Lobularia
		17. Gorgonida	Isis
		18. Pennatulida	Veretillum
IV. Polypenquallen Hydromedusae oder Schirmquallen Medusae	VIII. *Archydrae* Urpolypen	19. Hydraria	Hydra
	IX. *Leptomedusae* Zartquallen	20. Vesiculata	Sertularia
		21. Ocellata	Tubularia
		22. Siphonophora	Physophora
	X. *Trachymedusae* Starrquallen	23. Marsiporchida	Trachynema
		24. Phyllorchida	Geryonia
		25. Elasmorchida	Charybdea
	XI. *Calycozoa* Haftquallen	26. Podactinaria	Lucernaria
	XII. *Discomedusae* Scheibenquallen	27. Semaeostomeae	Aurelia
		28. Rhizostomeae	Crambessa
V. Rammquallen Ctenophora	XIII. *Eurystoma* Weitmündige	29. Beroida	Beroe
	XIV. *Stenostoma* Engmündige	30. Saccata	Cydippe
		31. Lobata	Eucharis
		32. Taeniata	Cestum

Digitized by Google



Digitized by Google

Der dritte Stamm des Thierreichs, das Phylum der Würmer oder Wurmthiere (Vermes oder Helminthes) enthält eine Masse von divergenten Aesten. Diese zahlreichen Aeste haben sich theils zu sehr verschiedenen und ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der vier höheren Phylen umgebildet. Jedes der letzteren (und ebenso auch den Stamm der Pflanzenthiere) können wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen würden wir uns als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach verschiedenen Richtungen hin emporschießen. Aus diesem dicht verzweigten niedrigen Busche, dessen meiste Zweige abgestorben sind, erheben sich vier hohe, viel verzweigte Stämme. Das sind die vier höheren Phylen, die Sternthiere und Gliederthiere, Weichthiere und Wirbelthiere. Nur unten an der Wurzel stehen diese vier Stämme durch die gemeinsame Stammgruppe des Würmerstammes mit einander in entfernter Verbindung.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine charakteristischen Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmer-Stammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß diese Skizze, wie alle ähnlichen Versuche, nur einen ganz provisorischen Werth besitzt.

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt und umschreibt, zerfal-

Digitized by Google

len zunächst in zwei wesentlich verschiedene Gruppen oder Hauptklassen, welche ich (in meiner Monographie der Kalkschwämme[50]) als Acoelomen und Coelomaten unterschieden habe. Alle die niederen Würmer nämlich, welche man in der Klasse der Plattwürmer (Plathelminthes) zusammenfaßt (die Strudelwürmer, Saugwürmer, Bandwürmer) unterscheiden sich sehr auffallend von den übrigen Würmern dadurch, daß sie noch gar kein Blut und keine Leibeshöhle (kein Coelom) besitzen. Wir nennen sie deshalb Acoelomi. Die wahre Leibeshöhle oder das Coelom fehlt ihnen noch eben so vollständig, wie den sämmtlichen Pflanzenthieren; sie schließen sich in dieser wichtigen Beziehung unmittelbar an letztere an. Hingegen besitzen alle übrigen Würmer (gleich den vier höheren Thierstämmen) eine wahre Leibeshöhle und ein damit zusammenhängendes Blutgefäß-System, mit Blut gefüllt; wir fassen sie daher als Coelomati zusammen.

Die Hauptabtheilung der blutlosen Würmer (Acoelomi) enthält nach unserer phylogenetischen Auffassung außer den heute noch lebenden Plattwürmern auch die unbekannten ausgestorbenen Stammformen des ganzen Würmerstammes, welche wir Urwürmer (Archelminthes) nennen wollen. Der Typus dieser Urwürmer, die uralte Prothelmis, läßt sich unmittelbar von der Gasträa ableiten (S. 449). Noch heute kehrt die Gastrula-Form, das getreue historische Porträt der Gasträa, als vorübergehende Larvenform in der Ontogenese der verschiedensten Würmer wieder. Unter den heute noch lebenden Würmern stehen den Urwürmern am nächsten die flimmernden Strudelwürmer (Turbellaria), die Stammgruppe der heutigen Plattwürmer (Plathelminthes). Aus den frei im Wasser lebenden Strudelwürmern sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die schmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entstanden, und aus diesen durch noch weiter gehenden Parasitismus und stärkere Rückbildung die Bandwürmer (Cestoda).

Aus einem Zweige der Acoelomen hat sich die zweite Hauptabtheilung des Würmerstammes entwickelt, die Würmer mit Blut und mit Leibeshöhle (Coelomati): sieben verschiedene Klassen.

Digitized by Google

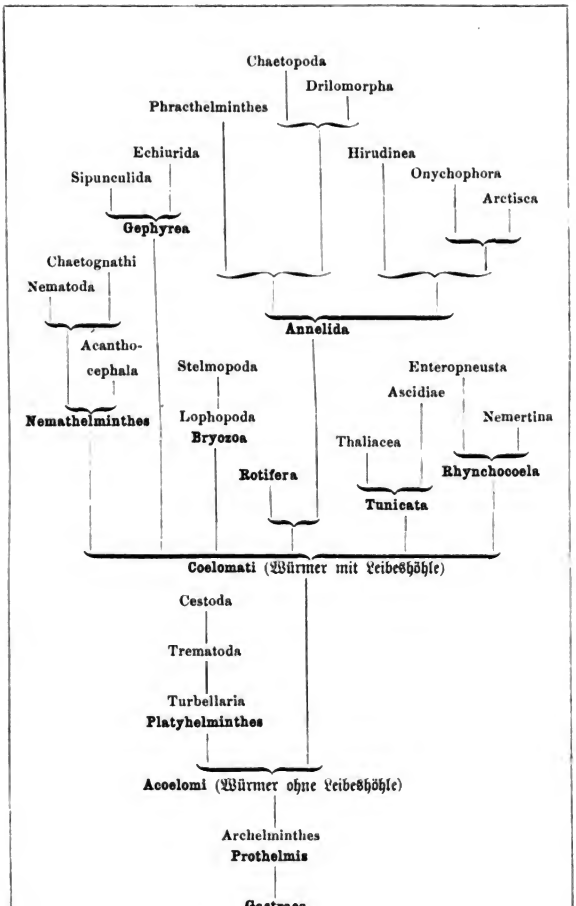
Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Klaſſen und 22 Ordnungen des Würmerſtammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXV.)

Klaſſen des Würmerſtammes	Ordnungen des Würmerſtammes	Syſtematiſcher Name der Würmerordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
1. Plattwürmer *Plathelminthes*	1. Urwürmer	1. Archelminthes	Prothelmis
	2. Strudelwürmer	2. Turbellaria	Planaria
	3. Saugwürmer	3. Trematoda	Distoma
	4. Bandwürmer	4. Cestoda	Taenia
2. Rundwürmer *Nemathelminthes*	5. Pfeilwürmer	5. Chaetognathi	Sagitta
	6. Fadenwürmer	6. Nematoda	Trichina
	7. Kratzwürmer	7. Acanthocephala	Echinorhynchus
3. Mosthiere *Bryozoa*	8. Armwirbler	8. Lophopoda	Alcyonella
	9. Kreiswirbler	9. Stelmopoda	Retepora
4. Manteltiere *Tunicata*	10. Seeſcheiden	10. Ascidiae	Phallusia
	11. Seetonnen	11. Thaliaceae	Salpa
5. Rüſſelwürmer *Rhynchocoela*	12. Eichelwürmer	12. Enteropneusta	Balanoglossus
	13. Schnurwürmer	13. Nemertina	Borlasia
6. Sternwürmer *Gephyrea*	14. Borſtenloſe Sternwürmer	14. Sipunculida	Sipnnculus
	15. Borſtentragende Sternwürmer	15. Echiurida	Echiurus
7. Räderthiere *Rotifera*	16. Räderwürmer	16. Rotatoria	Hydatina
8. Ringelwürmer *Annelida*	17. Bärwürmer	17. Arctisca	Macrobiotus
	18. Krallenwürmer	18. Onychophora	Peripatus
	19. Egel	19. Hirudinea	Hirudo
	20. Kahlwürmer	20. Drilomorpha	Lumbricus
	21. Panzerwürmer	21. Phracthelminthes	Crossopodia
	22. Borſtenwürmer	22. Chaetopoda	Aphrodite

Digitized by Google



Digitized by Google

Wie man sich die dunkle Phylogenie der sieben Coelomaten-Klassen annähernd etwa vorstellen kann, zeigt der Stammbaum auf Seite 465. Wir wollen diese Klassen hier nur ganz kurz namhaft machen, da ihre Verwandtschaft und Abstammung uns heutzutage noch sehr verwickelt und unbekannt erscheint. Erst zahlreichere und genauere Untersuchungen über die Ontogenese der verschiedenen Coelomaten werden uns künftig einmal auch über ihre Phylogenese aufklären.

Die Rundwürmer (Nemathelminthes), die wir als erste Klasse unter den Coelomaten aufführen, und die sich durch ihre drehrunde cylindrische Gestalt auszeichnen, enthalten zum größten Theile parasitische Würmer, welche im Innern anderer Thiere leben. Von menschlichen Parasiten gehören dahin namentlich die berühmten Trichinen, die Spulwürmer, Peitschenwürmer u. s. w. An die Rundwürmer schließen sich die nur im Meere lebenden Sternwürmer (Gephyrea) an, und an diese die umfangreiche Klasse der Ringelwürmer (Annelida). Zu diesen letzteren, deren langgestreckter Körper aus vielen gleichartigen Gliedern zusammengesetzt ist, gehören die Blutegel (Hirudinea), die Regenwürmer (Lumbricina) und die große Masse der marinen Borstenwürmer (Chaetopoda). Ihnen sehr nahe stehen die Rüsselwürmer (Rhynchocoela) und die mikroskopisch kleinen Räderthiere (Rotifera). Den Ringelwürmern nächst verwandt waren jedenfalls auch die unbekannten ausgestorbenen Stammformen der Sternthiere und der Gliederthiere. Hingegen haben wir die Stammformen der Weichthiere wahrscheinlich in ausgestorbenen Würmern zu suchen, welche den heutigen Mosthieren (Bryozoa) nahe standen, und die Stammformen der Wirbelthiere in unbekannten Coelomaten, deren nächste Verwandte in der Gegenwart die Manteltiere, insbesondere die Ascidien, sind.

Zu den merkwürdigsten Thieren gehört die Würmer-Klasse der Manteltiere (Tunicata). Sie leben alle im Meere, wo die einen (die Seescheiden oder Ascidien) auf dem Boden festsitzen, die anderen (die Seetonnen oder Thaliaceen) frei umherschwimmen. Bei allen besitzt der ungegliederte Körper die Gestalt eines einfachen tonnenför-

Digitized by Google

migen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem im Jahre 1867 die Untersuchungen von Kowalevski darüber plötzlich ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Ascidien die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis), d. h. der beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Mantelthiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte der Chordathiere (Chordonia) zu betrachten, d. h. derjenigen Würmer, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Während so verschiedene Coelomaten-Zweige des vielgestaltigen Würmer-Stammes uns mehrfache genealogische Anknüpfungspunkte an die vier höheren Thierstämme bieten und wichtige phylogenetische Andeutungen über deren Ursprung geben, zeigen anderseits die niederen acoelomen Würmer nahe Verwandtschafts-Beziehungen zu den Pflanzenthieren und zu den Urthieren. Auf dieser eigenthümlichen Mittelstellung beruht das hohe phylogenetische Interesse des Würmer-Stammes.

Digitized by Google

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrakthelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Crinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen (Gliederkrebſe. Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſekten. Kauende und ſaugende Inſekten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſekten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen“ von Bär und Cuvier) ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, der Stamm der Urthiere als die gemeinſame Wurzelgruppe des ganzen Thierreichs heraus.

Digitized by Google

Aus einem Zweige der Urthiere haben sich die Gastraeaden, und aus diesen haben sich dann weiterhin als zwei divergente Aeste einerseits die Pflanzenthiere, anderseits die Würmer entwickelt. Den vielgestaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer müssen wir aber wiederum als die gemeinsame Stammgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verschiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs, hervorgesproßt sind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Lassen Sie uns nun einen genealogischen Blick auf diese vier höheren Thierstämme werfen und versuchen, ob wir nicht schon jetzt die wichtigsten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande sind. Wenn auch dieser Versuch noch sehr unvollkommen ausfällt, so werden wir damit doch wenigstens einen ersten Anfang gemacht und den Weg für spätere eingehendere Versuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einschlagen, ist an sich ganz gleichgültig. Denn unter sich haben diese vier Phylen gar keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen, und haben sich vielmehr von ganz verschiedenen Aesten der Würmergruppe abgezweigt (S. 447). Als den unvollkommensten, am tiefsten stehenden von diesen Stämmen, wenigstens in Bezug auf die morphologische Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Nirgends begegnen wir hier der charakteristischen Gliederung (Articulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche schon die Ringelwürmer auszeichnet, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren, die wesentlichste Ursache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr stellt bei allen Weichthieren, bei allen Muscheln, Schnecken u. s. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in dessen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervensystem besteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang. Aus diesen und vielen anderen anatomischen Gründen halte ich den Weich-

Digitized by Google

thierſtamm (trotz der höheren *phyſiologiſchen* Ausbildung ſeiner vollkommenſten Formen) für den *morphologiſch* niederſten unter den vier höheren Thierſtämmen.

Wenn wir die Mosthiere und Mantelthiere, die bisher gewöhnlich mit dem Weichthierſtamm vereinigt wurden, aus den angeführten Gründen ausſchließen, ſo behalten wir als echte Mollusken folgende vier Klaſſen: die Taſcheln, Muſcheln, Schnecken und Kracken. Die beiden niederen Molluskenklaſſen, Taſcheln und Muſcheln, beſitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann ſie daher als *Kopfloſe* (Acephala) oder *Zahnloſe* (Anodontoda) in einer Hauptklaſſe vereinigen. Dieſe Hauptklaſſe wird auch häufig als die der Schalthiere (Conchifera) oder *Zweiklappigen* (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derſelben eine zweiklappige Kalkſchale beſitzen. Dieſen gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklaſſen, Schnecken und Kracken, als *Kopfträger* (Cephalophora) oder *Zahnträger* (Odontophora) in einer zweiten Hauptklaſſe zuſammenfaſſen, weil ſowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet ſind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere iſt der weiche ſackförmige Körper von einer Kalkſchale oder einem Kalkgehäuſe geſchützt, welches bei den Kopfloſen (Taſcheln und Muſcheln) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Kracken) aus einer meiſt gewundenen Röhre (dem ſogenannten „Schneckenhaus") beſteht. Trotzdem dieſe harten Skelete maſſenhaft in allen neptuniſchen Schichten ſich verſteinert finden, ſagen uns dieſelben dennoch nur ſehr wenig über die geſchichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn dieſe fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbſt ſchon in den ſiluriſchen Schichten finden wir alle vier Klaſſen der Weichthiere neben einander verſteinert vor, und dies beweiſt deutlich, in Uebereinſtimmung mit vielen anderen Zeugniſſen, daß der Weichthierſtamm damals ſchon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer hiſtoriſchen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, beſonders zunächſt im primären und weiter-

Digitized by Google

hin im ſekundären Zeitraum, dehnten ſich dieſe höheren Stämme mehr und mehr auf Koſten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Daſein nicht gewachſen waren, und dem entſprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer ſind nur als ein verhältnißmäßig ſchwacher Reſt von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrſchte. (Vergl. Taf. VI, S. 440, nebſt Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierſtamm zeigt ſich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verſchieden der Werth iſt, welchen die Verſteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie beſitzen. Für die Geologie ſind die verſchiedenen Arten der verſteinerten Weichthierſchalen von der größten Bedeutung, weil dieſelben als „Leitmuſcheln" vortreffliche Dienſte zur Charakteriſtik der verſchiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leiſten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen beſitzen ſie nur ſehr geringen Werth, weil ſie einerſeits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologiſcher Bedeutung ſind, und weil andererſeits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Verſteinerungen erhalten ſind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken konſtruiren wollen, ſo ſind wir vorzugsweiſe auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewieſen, aus denen ſich etwa Folgendes ergiebt. (Gen. Morph. II, Taf. VI, S. CII bis CXVI.)

Von den vier uns bekannten Klaſſen der echten Weichthiere ſtehen auf der niederſten Stufe die in der Tiefe des Meeres feſtgewachſenen Taſcheln oder Spiralkiemer (Spirobranchia), oft auch unpaſſend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieſer Klaſſe leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von Lingula, Terebratula und Verwandte; ſchwache Ueberbleibſel von der mächtigen und formenreichen Gruppe, welche die Taſcheln in älteren Zeiten der Erdgeſchichte darſtellten. In der Silurzeit bildeten ſie die Hauptmaſſe des ganzen Weichthierſtammes. Aus der Uebereinſtimmung, welche

Digitized by Google

in mancher Beziehung ihre Jugendzuſtände mit denjenigen der Moosthiere darbieten, hat man geſchloſſen, daß ſie ſich aus Würmern entwickelt haben, welche dieſer Klaſſe nahe ſtanden. Von den beiden Unterklaſſen der Taſcheln ſind die Angelloſen (Ecardines) als die niederen und unvollkommneren, die Angelſchaligen (Testicardines) als die höheren und weiter entwickelten Taſcheln zu betrachten.

Der anatomiſche Abſtand zwiſchen den Taſcheln und den drei übrigen Weichthier-Klaſſen iſt ſo beträchtlich, daß man die letzteren als Otocardier den erſteren gegenüberſtellen kann. Die Otocardier haben alle ein Herz mit Kammer und Vorkammer, während den Taſcheln die Vorkammer fehlt. Auch iſt das Centralnervenſyſtem nur bei den erſteren, nicht bei den letzteren, in Geſtalt eines vollſtändigen Schlundringes entwickelt. Es laſſen ſich daher die vier Molluſken-Klaſſen folgendermaßen gruppiren:

I. Weichthiere ohne Kopf Acephala	1. Taſcheln (Spirobranchia)	I. Haplocardia (mit einfachem Herzen)
	2. Muſcheln (Lamellibranchia)	II. Otocardia (mit Kammer und Vorkammer am Herzen)
II. Weichthiere mit Kopf Cephalophora	3. Schnecken (Cochlides)	
	4. Kracken (Cephalopoda)	

Für die Stammesgeſchichte der Molluſken ergiebt ſich hieraus, was auch die Paläontologie beſtätigt, daß die Taſcheln den uralten Wurzeln des ganzen Molluſkenſtammes viel näher ſtehen, als die Otocardier. Aus Molluſken, welche den Taſcheln nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Muſcheln und Schnecken entwickelt.

Die Muſcheln oder Blattkiemer (Lamellibranchia oder Phyllobranchia) beſitzen eine zweiklappige Schale wie die Taſcheln. Während aber bei den letzteren die eine Schalenklappe den Rücken, die andere den Bauch der Taſchel deckt, ſitzen bei den Muſcheln die beiden Klappen ſymmetriſch auf der rechten und linken Seite des

Digitized by Google

Körpers. Die meisten Muschelthiere leben im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Die Klasse zerfällt in zwei Unterklassen, Asiphonien und Siphoniaten, von denen sich die letzteren erst später aus den ersteren entwickelt haben. Zu den Asiphonien gehören die Austern, Perlmuttermuscheln und Teichmuscheln, zu den Siphoniaten, die sich durch eine Athemröhre auszeichnen, die Venusmuscheln, Messermuscheln und Bohrmuscheln.

Aus den kopflosen und zahnlosen Weichthieren scheinen sich erst später die höheren Mollusken entwickelt zu haben, welche sich durch die deutliche Ausbildung eines Kopfes und namentlich durch ein eigenthümliches Gebiß vor jenen auszeichnen. Die Zunge trägt hier eine besondere Platte, welche mit sehr zahlreichen Zähnen bewaffnet ist. Bei unserer gemeinen Weinbergsschnecke (Helix pomatia) beträgt die Zahl dieser Zähne 21,000 und bei der großen Gartenschnecke (Limax maximus) sogar 26,000.

Unter den Schnecken (Cochlides oder Gasteropoda) unterscheiden wir wieder zwei Unterklassen, Stummelköpfe und Kopfschnecken. Die Stummelköpfe (Perocephala) schließen sich einerseits sehr eng an die Muscheln an (durch die Schaufelschnecken), anderseits aber an die Kracken (durch die Flossenschnecken). Die höher entwickelten Kopfschnecken (Delocephala) kann man in Kiemenschnecken (Branchiata) und Lungenschnecken (Pulmonata) eintheilen. Zu den letzteren gehören die Landschnecken, die einzigen unter allen Mollusken, welche das Wasser verlassen und sich an das Landleben angepaßt haben. Die große Mehrzahl der Schnecken lebt im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Einige Flußschnecken der Tropen (die Ampullarien) leben amphibisch, bald auf dem Lande, bald im Wasser. Im letzteren Falle athmen sie durch Kiemen, im ersteren durch Lungen. Sie vereinigen beiderlei Athmungsorgane, wie die Lurchfische und Kiemenlurche unter den Wirbelthieren.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchst entwickelte Klasse der Mollusken bilden die Kracken oder Pulpen, auch Tintenfische oder Kopffüßer genannt (Cephalopoda). Sie leben alle

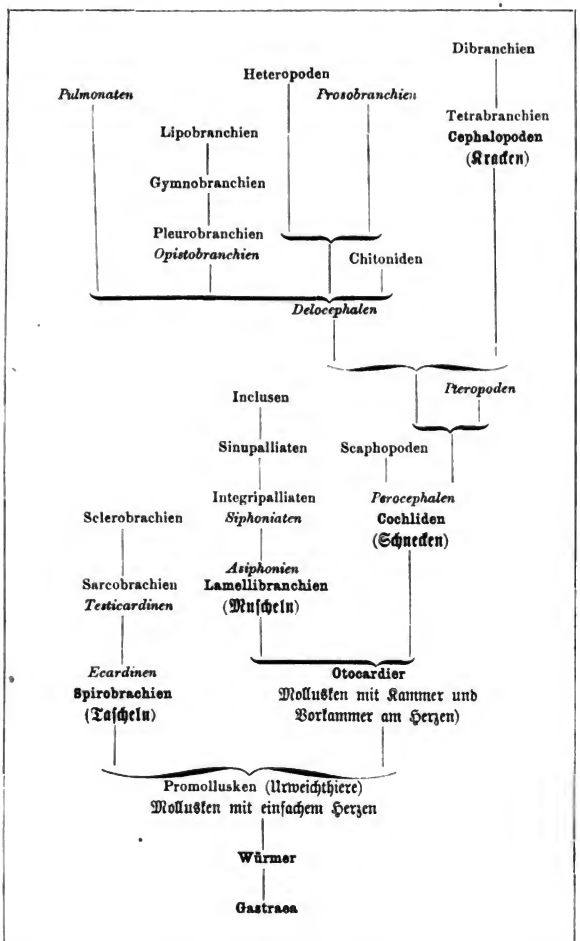
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 8 Unterklaſſen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

Klaſſen der Weichthiere	Unterklaſſen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen
I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda.			
I. Taſcheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda	I. *Ecardines* Angelloſe	1. Zungentaſcheln	1. Lingulida
		2. Scheibentaſcheln	2. Craniada
	II. *Testicardines* Angelſchalige	3. Fleiſcharmige	3. Sarcobrachia
		4. Kalkarmige	4. Sclerobrachia
II. Muſcheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia	III. *Asiphonia* Muſcheln ohne Athemröhre	5. Einmuskler	5. Monomya
		6. Ungleichmuskler	6. Heteromya
		7. Gleichmuskler	7. Isomya
	IV. *Siphoniata* Muſcheln mit Athemröhre	8. Rundmäntel	8. Integripalliata
		9. Buchtmäntel	9. Sinupalliata
		10. Röhrenmuſcheln	10. Inclusa
II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Cephalophora oder Odontophora.			
III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda	V. Stummelköpfe *Perocephala*	11. Schaufelſchnecken	11. Scaphopoda
		12. Floſſenſchnecken	12. Pteropoda
	VI. Kopfſchnecken *Delocephala*	13. Hinterkiemer	13. Opisthobranchia
		14. Vorderkiemer	14. Prosobranchia
		15. Kielſchnecken	15. Heteropoda
		16. Käferſchnecken	16. Chitonida
		17. Lungenſchnecken	17. Pulmonata
IV. Kraken oder Pulpen Cephalopoda	VII. Kammerkraken (Vierkiemige) *Tetrabranchia*	18. Perlboote	18. Nautilida
		19. Ammonsboote	19. Ammonitida
	VIII. Tintenkraken (Zweikiemige) *Dibranchia*	20. Zehnarmige	20. Decabrachiones
		21. Achtarmige	21. Octobrachiones

Digitized by Google



Digitized by Google

im Meere und zeichnen ſich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unſeren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, ſind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reſte von der formenreichen Schaar, welche dieſe Klaſſe in den Meeren der primordialen, primären und ſekundären Zeit bildete. Die zahlreichen verſteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längſt erloſchenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrſcheinlich haben ſich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklaſſe, aus den Floſſenſchnecken (Pteropoden) oder Verwandten derſelben entwickelt.

Die verſchiedenen Unterklaſſen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklaſſen unterſcheidet, und deren ſyſtematiſche Reihenfolge Ihnen die vorſtehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer hiſtoriſchen und ihrer entſprechenden ſyſtematiſchen Entwickelung mannichfache Beweiſe für die Gültigkeit des Fortſchrittsgeſetzes. Da jedoch dieſe untergeordneten Molluskengruppen an ſich weiter von keinem beſonderen Intereſſe ſind, verweiſe ich Sie auf die gegenüberſtehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich ſogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierſtammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Estrellae), zu welchen die vier Klaſſen der Seeſterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören, ſind eine der intereſſanteſten, und dennoch wenigſt bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigſtens zwei Formen derſelben, die Seeſterne und Seeigel, geſehen haben. Wegen ihrer ſehr eigenthümlichen Organiſation ſind die Sternthiere als ein ganz ſelbſtſtändiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen ſie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radia-

Digitized by Google

ten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen vertheidigt).

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht aus einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteste und ursprüngliche Gruppe der Sternthiere, die

Digitized by Google

Stammgruppe des ganzen Phylum, iſt die Klaſſe der Seeſterne (Asterida). Dafür ſpricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vor allen die hier noch unbeſtändige und wechſelnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt iſt. Jeder Seeſtern beſteht aus einer mittleren kleinen Körperſcheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befeſtigt ſind. Jeder Arm des Seeſternes entſpricht in ſeiner ganzen Organiſation weſentlich einem gegliederten Wurme aus der Klaſſe der Ringelwürmer oder Anneliden (S. 466). Ich betrachte daher den Seeſtern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche durch ſternförmige Keimknospenbildung aus einem centralen Mutter-Wurme entſtanden ſind. Von dieſem letzteren haben die ſternförmig verbundenen Geſchwiſter die gemeinſchaftliche Mundöffnung und die gemeinſame Verdauungshöhle (Magen) übernommen, die in der mittleren Körperſcheibe liegen. Das verwachſene Ende, welches in die gemeinſame Mittelſcheibe mündet, iſt wahrſcheinlich das Hinterende der urſprünglichen ſelbſtſtändigen Würmer.

In ganz ähnlicher Weiſe ſind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines ſternförmigen Stockes vereinigt. Das iſt namentlich bei den Botryllіden der Fall, zuſammengeſetzten Seeſcheiden oder Ascidien, welche zur Klaſſe der Manteltiere (Tunicaten) gehören. Auch hier ſind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachſen, und haben ſich hier eine gemeinſame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm ſeine eigene Mundöffnung beſitzt. Bei den Seeſternen würde die letztere im Laufe der hiſtoriſchen Stockentwickelung zugewachſen ſein, während ſich die Centralkloake zu einem gemeinſamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seeſterne würden demnach Würmerſtöcke ſein, welche ſich durch ſternförmige Knospenbildung aus echten gegliederten Würmern

Digitized by Google

oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau die vielgliedrigen Ringelwürmer (Annelida) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jedes Arthropod. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie des Bauchtheils ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere starre Stacheln angebracht, ähnlich wie bei den Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen und kann sich dann durch sternförmige Knospenbildung an einem Ende wieder zu einem fünfstrahligen Seesterne ergänzen.

Die wichtigsten Beweise aber für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie sind erst im Jahre 1848 durch den großen Berliner Zoologen Johannes Müller entdeckt worden. Einige ihrer wichtigsten Verhältnisse sind auf Taf. VIII und IX vergleichend dargestellt. (Vergl. die nähere Erklärung derselben unten im Anhang.) Fig. A auf Taf. IX zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (Uraster), Fig. B eine Seelilie (Comatula), Fig. C einen Seeigel (Echinus) und Fig. D eine Seegurke (Synapta). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Sternthiere zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwickelung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Gastrula, und aus dieser eine Thierform, welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Gliederwürmer (Sternwürmer und Ringelwürmer) höchst ähnlich ist. Die sonderbare Thierform wird

Digitized by Google

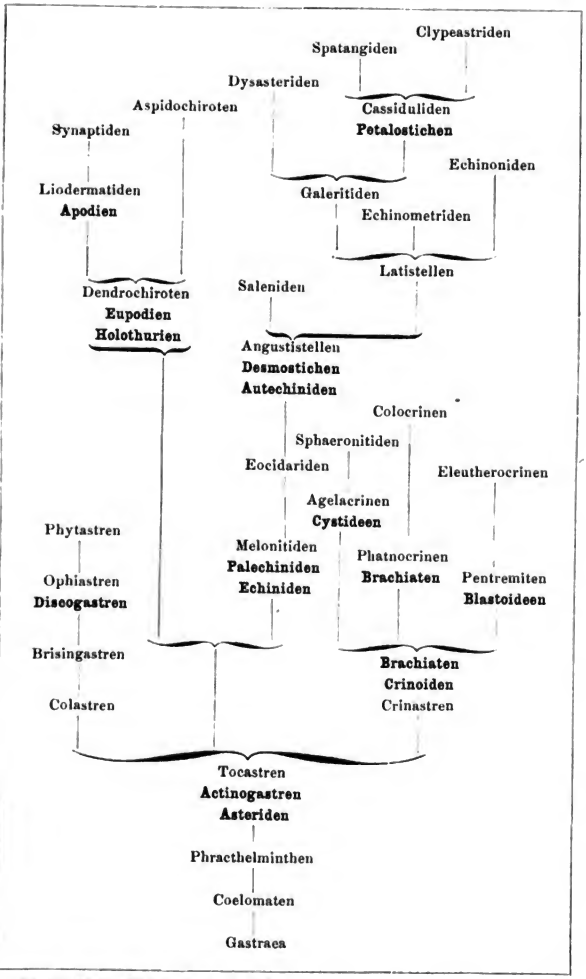
Systematische Uebersicht

der 4 Klassen, 9 Unterklassen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

(Verg. Gest. Morph. II. Taf. IV. S. LXII — LXXVII.)

Klassen der Sternthiere	Unterklassen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. Seesterne *Asterida*	I. Seesterne mit Strahlenmagen *Actinogastra*	1. Stammsterne	1. Tocastra
		2. Gliedersterne	2. Colastra
		3. Brisingasterne	3. Brisingastra
	II. Seesterne mit Scheibenmagen *Discogastra*	4. Schlangensterne	4. Ophiastra
		5. Baumsterne	5. Phytastra
		6. Liliensterne	6. Crinastra
II. Seelilien *Crinoida*	III. Armlilien *Brachiata*	7. Getäfelte Armlilien	7. Phatnocrinida
		8. Gegliederte Armlilien	8. Colocrinida
	IV. Knospenlilien *Blastoidea*	9. Regelmäßige Knospenlilien	9. Pentremitida
		10. Zweiseitige Knospenlilien	10. Eleutherocrina
	V. Blasenlilien *Cystidea*	11. Stiellose Blasenlilien	11. Agelacrinida
		12. Gestielte Blasenlilien	12. Sphaeronitida
III. Seeigel *Echinida*	VI. Aeltere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) *Palechinida*	13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen	13. Melonitida
		14. Palechiniden mit 10 ambulakralen Plattenreihen	14. Eocidarida
	VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Plattenreihen) *Autechinida*	15. Autechiniden mit Bandambulakren	15. Desmosticha
		16. Autechiniden mit Blattambulakren	16. Petalosticha
IV. Seegurken *Holothuriae*	VIII. Seegurken mit Wasserfüßchen *Eupodia*	17. Eupodien mit schildförmigen Fühlern	17. Aspidochirota
		18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern	18. Dendrochirota
	IX. Seegurken ohne Wasserfüßchen *Apodia*	19. Apodien mit Kiemen	19. Liodermatida
		20. Apodien ohne Kiemen	20. Synaptida

Digitized by Google



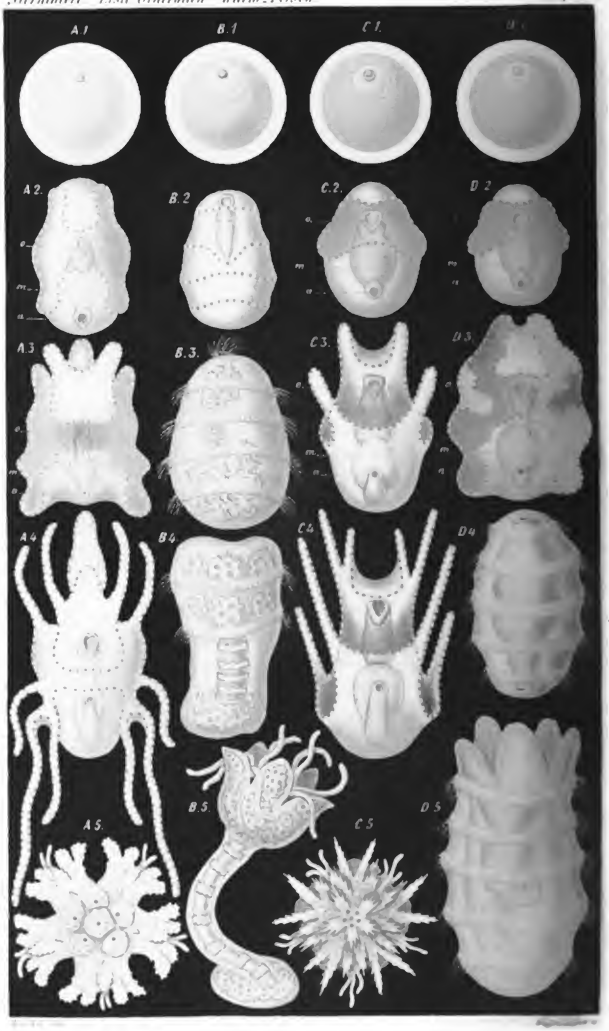
Digitized by Google

gewöhnlich als „Larve“, richtiger aber als „Amme“ der Sternthiere bezeichnet. Sie ist sehr klein, durchsichtig, schwimmt mittelst einer Wimperschnur im Meere umher, und ist stets aus zwei symmetrisch gleichen Körperhälften zusammengesetzt. Das erwachsene Sternthier dagegen (welches niemals oft mehr als hundertmal) größer und ganz undurchsichtig ist, kriecht auf dem Grunde des Meeres und ist stets aus mindestens fünf gleichen Stücken (Gegenstücken oder Antimeren) strahlig zusammengesetzt. Taf. VIII zeigt die Entwickelung der Amme von der auf Taf. IX abgebildeten vier Sternthieren.

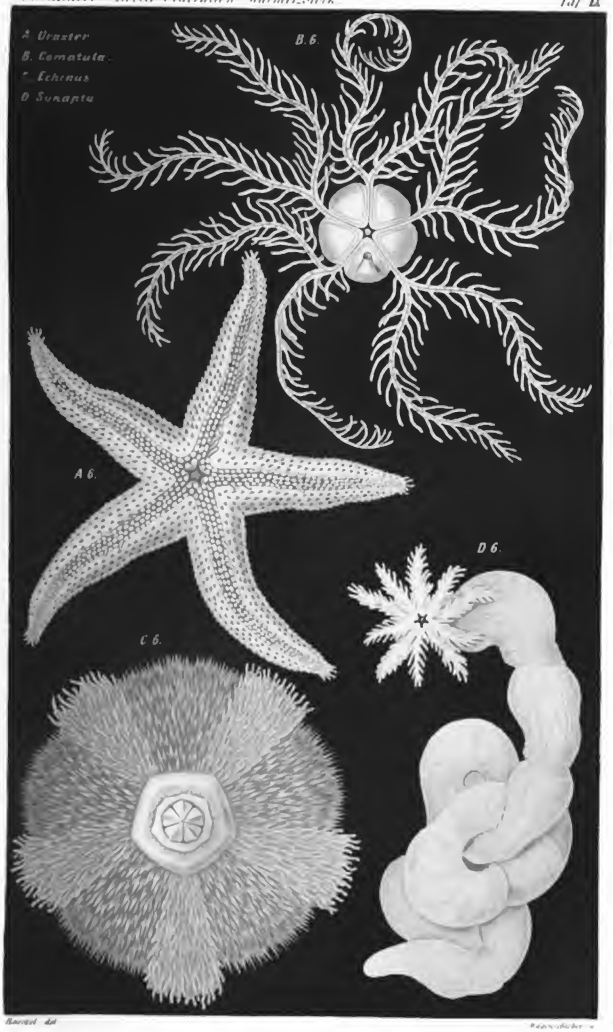
Das ausgebildete Sternthier entsteht nun durch einen sehr merkwürdigen Knospungs-Prozeß im Innern der Amme, von welcher dasselbe wenig mehr als den Magen beibehält. Die Amme oder die fälschlich sogenannte „Larve“ der Echinodermen ist demnach als ein solcher Wurm aufzufassen, welcher durch innere Knospenbildung eine zweite Generation in Form eines Stockes von sternförmig verbundenen Würmern erzeugt. Dieser ganze Prozeß ist echter Generationswechsel oder Metagenesis, keine „Metamorphose“, wie gewöhnlich unrichtig gesagt wird. Ein ähnlicher Generationswechsel findet sich auch noch bei anderen Würmern, nämlich bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen). Erinnern wir uns nun des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) und beziehen wir die Ontogenie der Echinodermen auf ihre Phylogenie, so wird uns auf einmal die ganze historische Entwickelung der Sternthiere klar und verständlich, während sie ohne jene Hypothese ein unlösbares Räthsel bleibt (vergl. Gen. Morph. II, S. 95—99).

Außer den angeführten Gründen legen auch noch viele andere Thatsachen (besonders aus der vergleichenden Anatomie der Echinodermen) das deutlichste Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypothese ab. Ich habe diese Stammhypothese 1866 aufgestellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch versteinerte Gliedwürmer existiren, welche jenen hypothetisch vorausgesetzten Stammformen zu entsprechen scheinen. Solche sind aber inzwischen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequiva-

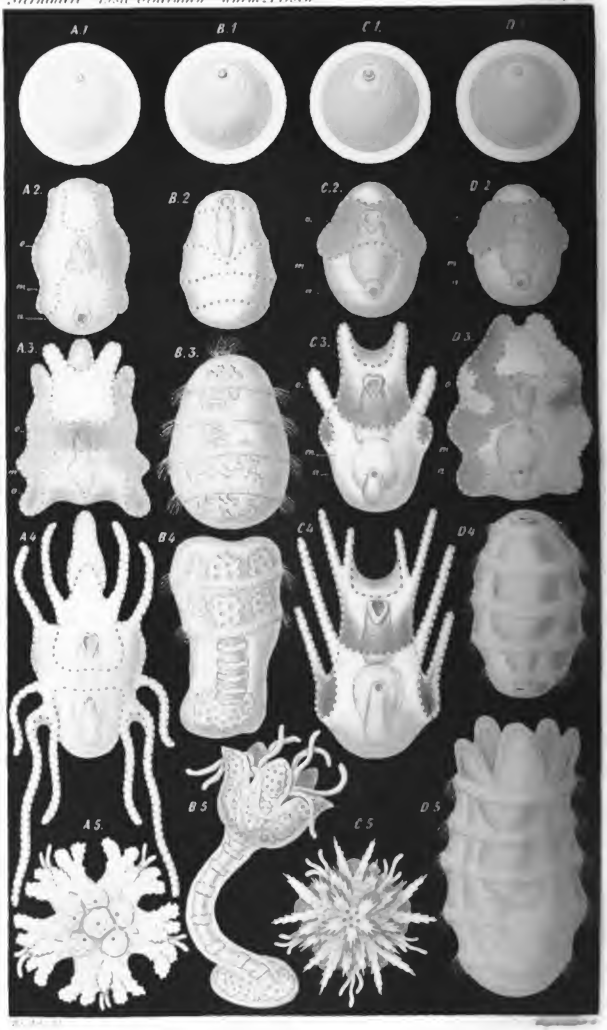
Digitized by Google



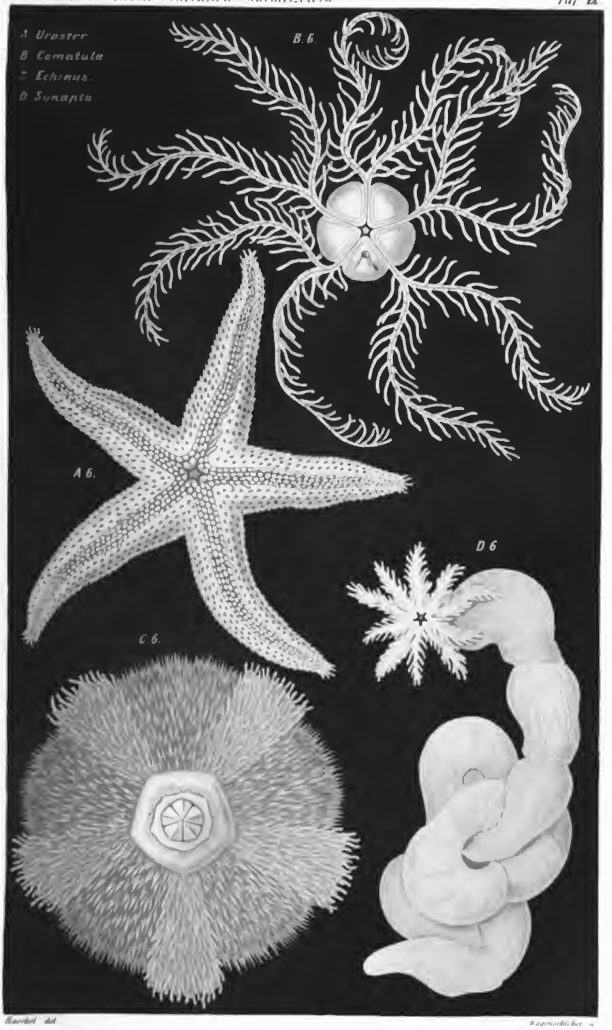
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

lent der takoniſchen Schiefer Nordamerikas in Deutſchland" beſchrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten ſiluriſchen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Vorausſetzungen entſprechen. Dieſe höchſt merkwürdigen Würmer kommen in den Dachſchiefern von Wurzbach im reußiſchen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zuſtande vor. Sie haben den Bau eines gegliederten Seeſternarms, und müſſen offenbar einen feſten Hautpanzer, ein viel härteres und feſteres Hautſkelet beſeſſen haben, als es ſonſt bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren iſt ſehr beträchtlich, ſo daß die Würmer bei einer Breite von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichen. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen auffallend den ſkeletirten Armen mancher gegliederten Seeſterne (Colastra). Ich bezeichne dieſe uralte Würmergruppe, zu welcher vermuthlich die Stammväter der Seeſterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phracthelminthes, S. 460).

Aus der Klaſſe der Seeſterne, welche die urſprüngliche Form des ſternförmigen Wurmſtockes am getreueſten erhalten hat, haben ſich die drei anderen Klaſſen der Echinodermen offenbar erſt ſpäter entwickelt. Am wenigſten von ihnen entfernt haben ſich die Seelilien (Crinoida), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, ſich feſtgeſetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Einige Seelilien (z. B. die Comateln, Fig. B auf Taf. VIII und IX) löſen ſich jedoch ſpäterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die urſprünglichen Wurmindividuen ſind zwar bei den Crinoiden nicht mehr ſo ſelbſtſtändig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seeſternen; aber dennoch bilden ſie ſtets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinſamen Mittelſcheibe abgeſetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seeſternen zuſammen in der Hauptklaſſe der Gliederarmigen (Colobrachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklaſſen, bei den Seeigeln

Digitized by Google

und Seegurken, ſind die gegliederten Arme nicht mehr als ſelbſtſtändige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centraliſation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinſamen aufgeblaſenen Mittelſcheibe aufgegangen, ſo daß dieſe jetzt als eine einfache armloſe Büchſe oder Kapſel erſcheint. Der urſprüngliche Individuenſtock iſt ſcheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Perſon, herabgeſunken. Wir können daher dieſe beiden Klaſſen als Armloſe (Lipobrachia) den Gliederarmigen gegenüberſetzen. Die erſte Klaſſe derſelben, die Seeigel (Echinida), führen ihren Namen von den zahlreichen, oft ſehr großen Stacheln, welche die feſte, aus Kalkplatten ſehr zierlich zuſammengeſetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VIII und IX). Die Schale ſelbſt hat die Grundform einer fünfſeitigen Pyramide. Wahrſcheinlich haben ſich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der Seeſterne entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel beſtätigen in ihrer hiſtoriſchen Aufeinanderfolge ebenſo wie die Ordnungen der Seelilien und Seeſterne, welche Ihnen die nebenſtehende Tabelle aufführt, in ausgezeichneter Weiſe die Geſetze des Fortſchritts und der Differenzirung. (Gen. Morph. II, Taf. IV.)

Während uns die Geſchichte dieſer drei Sternthierklaſſen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Verſteinerungen ſehr genau erzählt wird, wiſſen wir dagegen von der geſchichtlichen Entwickelung der vierten Klaſſe, der Seegurken (Holothuriae), faſt Nichts. Aeußerlich zeigen dieſe ſonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine trügeriſche Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VIII und IX). Die Skeletbildung der Haut iſt hier ſehr unvollkommen und daher konnten keine deutlichen Reſte von ihrem langgeſtreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in foſſilem Zuſtande erhalten bleiben. Dagegen läßt ſich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erſchließen, daß dieſelben wahrſcheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautſkelets entſtanden ſind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem ſechſten und höchſt entwickelten Stamm unter den wirbelloſen Thieren, zu dem

Digitized by Google

Phylum der Gliederthiere oder Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insekten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insekten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der getrennten Körperabschnitte oder Metamereu unterscheiden sie sich wesentlich von den geringelten Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in ihrem Typus der Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den gegliederten Würmern in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Nervensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatsachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind entweder die Räderthiere oder die Ringelwürmer ihre nächsten Blutsverwandten im Würmerstamme (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV—CII).

Wenn nun auch die Abstammung der Arthropoden von gegliederten Würmern als sicher gelten darf, so kann man doch nicht mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der ganze Stamm der ersteren nur aus einem Zweige der letzteren entstanden sei. Es scheinen nämlich manche Gründe dafür zu sprechen, daß die Kiemenkerfe sich aus

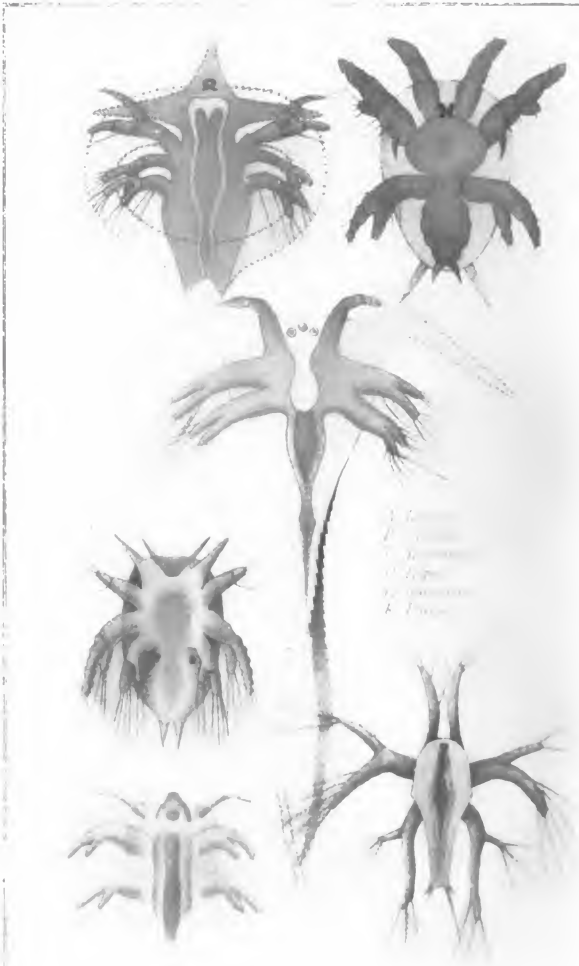
Digitized by Google

einem anderen Zweige der gegliederten Würmer entwickelt haben, als die Tracheenkerfe. Wahrſcheinlicher aber bleibt es vorläufig noch, daß beide Hauptklaſſen aus einer und derſelben Würmergruppe entſtanden ſind. In dieſem Falle können ſich die tracheenathmenden Inſekten, Spinnen und Tauſendfüßer erſt ſpäter von den kiemenathmenden Kruſtenthieren abgezweigt haben.

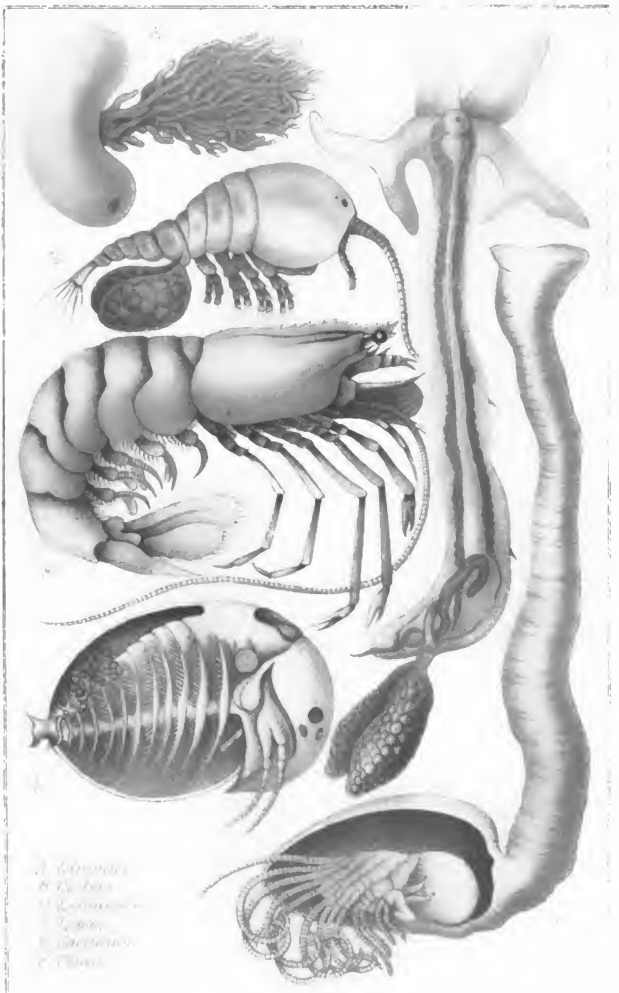
Der Stammbaum der Arthropoden läßt ſich im Ganzen aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſeiner vier Klaſſen vortrefflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch ſehr vieles dunkel bleibt. Wenn man erſt die individuelle Entwickelungsgeſchichte aller einzelnen Gruppen genauer kennen wird, als es jetzt der Fall iſt, wird jene Dunkelheit mehr und mehr ſchwinden. Am beſten kennt man dieſelbe bis jetzt von der Klaſſe der Kiemenkerfe oder Krebſe (Carides), wegen ihrer harten kruſtenartigen Körperbedeckung auch Kruſtenthiere (Crustacea) genannt. Die Ontogenie dieſer Thiere iſt außerordentlich intereſſant, und verräth uns, ebenſo wie diejenige der Wirbelthiere, deutlich die weſentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeſchichte oder Phylogenie. Fritz Müller hat in ſeiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“ [16]) dieſes merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert.

Die gemeinſchaftliche Stammform aller Krebſe, welche ſich bei den meiſten noch heutzutage zunächſt aus dem Ei entwickelt, iſt urſprünglich eine und dieſelbe: der ſogenannte Nauplius. Dieſer merkwürdige Urkrebs ſtellt eine ſehr einfache gegliederte Thierform dar, deren Körper meiſtens die Geſtalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf ſeiner Bauchſeite nur drei Beinpaare trägt. Von dieſen iſt das erſte ungeſpalten, die beiden folgenden Paare gabelſpaltig. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. Trotzdem die verſchiedenen Ordnungen der Cruſtaceen-Klaſſe in dem Bau ihres Körpers und ſeiner Anhänge ſich ſehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Nauplusform immer im Weſentlichen dieſelbe. Werfen Sie, um ſich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. X und XI, deren nä-

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

here Erklärung unten im Anhange gegeben wird. Auf Taf. XI ſehen Sie die ausgebildeten Repräſentanten von ſechs verſchiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (Limnetis, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (Lepas, Fig. Dc), einen Wurzelkrebs (Sacculina, Fig. Ec), einen Ruderkrebs (Cyclops, Fig. Bc), eine Fiſchlaus (Lernaeocera, Fig. Cc) und endlich eine hoch organiſirte Garnele (Peneus, Fig. Fc). Dieſe ſechs Krebſe weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. ſ. w., wie Sie ſehen, ſehr ſtark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geſchlüpften früheſten Jugendformen oder „Nauplius" dieſer ſechs verſchiedenen Krebſe betrachten, die auf Taf. X mit entſprechenden Buchſtaben bezeichnet ſind (Fig. An —En), ſo werden Sie durch die große Uebereinſtimmung dieſer letzteren überraſcht ſein. Die verſchiedenen Nauplius-Formen jener ſechs Ordnungen unterſcheiden ſich nicht ſtärker, wie etwa ſechs verſchiedene „gute Species" einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinſame Abſtammung aller jener Ordnungen von einem gemeinſamen Urkrebſe ſchließen, der dem heutigen Nauplius im Weſentlichen gleich gebildet war.

Wie man ſich ungefähr die Abſtammung der auf S. 488 aufgezählten 20 Cruſtaceen-Ordnungen von der gemeinſamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorſtellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberſtehende Stammbaum (S. 489). Aus der urſprünglich als ſelbſtſtändige Gattung exiſtirenden Nauplius-Form haben ſich als divergente Zweige nach verſchiedenen Richtungen hin die fünf Legionen der niederen Krebſe entwickelt, welche in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Ueberſicht der Klaſſe als Gliederkrebſe (Entomostraca) zuſammengefaßt ſind. Aber auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebſe (Malacostraca) hat aus der gemeinſamen Naupliusform ihren Urſprung genommen. Noch heute bildet die Nebalia eine unmittelbare Uebergangsform von den Phyllopoden zu den Schizopoden, d. h. zu der Stammform der ſtieläugigen und ſitzäugigen Panzerkrebſe. Jedoch hat ſich hier der Nauplius zunächſt in eine andere Larvenform, die ſogenannte Zoëa, umgewandelt, welche eine hohe Bedeutung beſitzt.

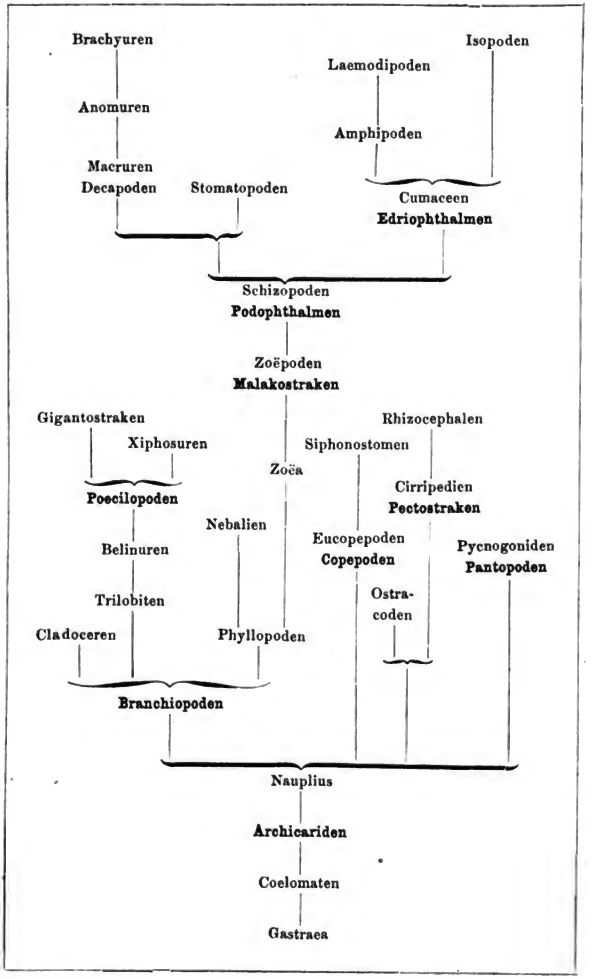
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 7 Legionen und 20 Ordnungen der Krebſe oder Cruſtaceen.

Legionen der Cruſtaceen	Ordnungen der Cruſtaceen	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Entomostraca. Niedere Cruſtaceen oder Gliederkrebſe (ohne eigentliche Zoëa-Jugendform).			
I. **Branchiopoda** Kiemenfüßige Krebſe	1. Urkrebſe	1. Archicarida	Nauplius
	2. Blattfüßer	2. Phyllopoda	Limnetis
	3. Paläaden	3. Trilobita	Paradoxides
	4. Waſſerflöhe	4. Cladocera	Daphnia
	5. Muſchelkrebſe	5. Ostracoda	Cypris
II. **Pectostraca** Haftkrebſe	6. Rankenkrebſe	6. Cirripedia	Lepas
	7. Wurzelkrebſe	7. Rhizocephala	Sacculina
III. **Copepoda** Ruderfüßige Krebſe	8. Ruderkrebſe	8. Eucopepoda	Cyclops
	9. Fiſchläuſe	9. Siphonostoma	Lernaeocera
IV. **Pantopoda** Spinnenkrebſe	10. Spinnenkrebſe	10. Pycnogonida	Nymphon
V. **Poecilopoda** Schildkrebſe	11. Pfeilſchwänzer	11. Xiphosura	Limulus
	12. Rieſenkrebſe	12. Gigantostraca	Eurypterus
II. Malacostraca. Höhere Cruſtaceen oder Panzerkrebſe (mit wahrer Zoëa-Jugendform).			
VI. **Podophthalma** Stieläugige Panzerkrebſe	13. Zoëa-Krebſe	13. Zoëpoda	Zoëa
	14. Spaltfüßer	14. Schizopoda	Mysis
	15. Maulfüßer	15. Stomatopoda	Squilla
	16. Zehnfüßer	16. Decapoda	Peneus
VII. **Edriophthalma** Sitzäugige Panzerkrebſe	17. Kuma-Krebſe	17. Cumacea	Cuma
	18. Flohkrebſe	18. Amphipoda	Gammarus
	19. Kehlfüßer	19. Laemodipoda	Caprella
	20. Aſſeln	20. Isopoda	Oniscus

Digitized by Google



Digitized by Google

Dieſe ſeltſame Zoëa hat wahrſcheinlich zunächſt der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden (Mysis etc.) den Urſprung gegeben, welche noch heutigen Tages durch die Nebalien unmittelbar mit den Blattfüßern oder Phyllopoden zuſammenhängen. Dieſe letzteren aber ſtehen von allen lebenden Krebſen der urſprünglichen Stammform des Nauplius am nächſten. Aus den Spaltfüßern haben ſich als zwei divergente Zweige nach verſchiedenen Richtungen hin die ſtieläugigen und die ſitzäugigen Panzerkrebſe oder Malokoſtraken entwickelt, die erſteren durch die Garneelen (Peneus etc.), die letzteren durch die Kumaceen (Cuma etc.) noch heute mit den Schizopoden zuſammenhängend. Zu den Stieläugigen gehört der Flußkrebs, der Hummer und die übrigen Langſchwänze oder Makruren, aus denen ſich erſt ſpäter in der Kreidezeit durch Rückbildung des Schwanzes die kurzſchwänzigen Krabben oder Brachyuren entwickelt haben. Die Sitzäugigen ſpalten ſich in die beiden Zweige der Flohkrebſe (Amphipoden) und der Aſſeln (Iſopoden), zu welchen letzteren unſere gemeine Mauerraſſel und Kellerraſſel gehört.

Die zweite Hauptklaſſe der Gliederthiere, die Tracheaten oder die luftathmenden Tracheenkerfe (die Spinnen, Tauſendfüßer und Inſekten) ſind jedenfalls erſt im Anfang der paläolithiſchen Zeit, nach Abſchluß des archolithiſchen Zeitraums entſtanden, weil alle dieſe Thiere (im Gegenſatz zu den meiſt waſſerbewohnenden Krebſen) urſprünglich Landbewohner ſind. Offenbar können ſich dieſe Luftathmer erſt entwickelt haben, als nach Verfluß der ſiluriſchen Zeit das Landleben begann. Da nun aber foſſile Reſte von Spinnen und Inſekten bereits in den Steinkohlenſchichten gefunden werden, ſo können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entſtehung feſtſtellen. Es muß die Entwickelung der erſten Tracheenkrefe aus kiemenathmenden Zoëakrebſen oder aus Würmern zwiſchen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, alſo in die devoniſche Periode.

Die Entſtehung der Tracheaten hat kürzlich Gegenbaur durch eine geiſtreiche Hypotheſe zu erklären verſucht, in ſeinen ausgezeichneten „Grundzügen der vergleichenden Anatomie“ [26]). Das Tracheen-

Digitized by Google

system oder Luftröhrensystem und die durch dasselbe bedingten Modificationen der Organisation zeichnen die Insekten, Tausendfüßer und Spinnen so sehr vor den übrigen Thieren aus, daß die Vorstellung von seiner ersten Entstehung der Phylogenie keine geringen Schwierigkeiten bereitet. Nach Gegenbaurs Ansicht stehen der gemeinsamen Stammform der Tracheaten unter allen jetzt lebenden Tracheenkerfen die Urflügler oder Archipteren am nächsten. Diese Insekten, zu denen namentlich die zarten Eintagsfliegen (Ephemeren) und die flinken Wasserjungfern (Libellen) gehören, besitzen in ihrer ersten Jugend als Larven zum Theil äußere Tracheenkiemen, welche in Gestalt von blattförmigen oder pinselförmigen Anhängen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Leibes sitzen. Aehnliche blattförmige oder pinselförmige Organe treffen wir als echte Wasserathmungsorgane oder Kiemen bei vielen Krebsen und Ringelwürmern (Anneliden) an, und zwar bei den letzteren als wirkliche Rückengliedmaßen. Wahrscheinlich sind die „Tracheenkiemen", welche wir bei den Larven von vielen Urflüglern antreffen, als solche „Rücken-Extremitäten" zu deuten und aus den entsprechenden Anhängen von Anneliden oder vielleicht auch von längst ausgestorbenen Crustaceen wirklich entstanden. Aus der Athmung durch „Tracheenkiemen" hat sich erst später die gewöhnliche Tracheen-Athmung der Tracheaten hervorgebildet. Die Tracheenkiemen selbst aber sind theilweise verloren gegangen, theilweise zu den Flügeln der Insekten umgebildet worden. Gänzlich verloren gegangen sind sie in den beiden Klassen der Spinnen und Tausendfüßer. Diese sind demgemäß als rückgebildete oder eigenthümlich entwickelte Seitenzweige der Insektenklasse aufzufassen, welche sich schon frühzeitig von der gemeinsamen Insekten-Stammgruppe abgezweigt haben, und zwar die Spinnen früher als die Tausendfüßer. Ob jene gemeinsame Stammform aller Tracheaten, die ich in der generellen Morphologie als Protracheata bezeichnet habe, sich direkt aus echten Ringelwürmern oder zunächst aus Zoëa-förmigen Crustaceen („Zoëpoden", S. 489) entwickelt hat, das wird sich späterhin wahrscheinlich noch durch genauere Erkenntniß und Vergleichung der Ontogenese der Tra-

Digitized by Google

cheaten, Cruſtaceen und Anneliden feſtſtellen laſſen. Auf jeden Fall iſt die Wurzel der Tracheaten ebenſo wie der Cruſtaceen in der Gruppe der Coelomaten-Würmer zu ſuchen.

Die echten Spinnen (Arachnida) ſind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Inſekten unterſchieden. Wie jedoch die Skorpionſpinnen und die Geißelſkorpione deutlich zeigen, ſind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Inſekten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das ſcheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderſte) iſt eigentlich ein Kieferpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrſcheinlich der gemeinſamen Stammform der ganzen Klaſſe ſehr nahe ſteht. Das iſt die Ordnung der Skorpionſpinnen oder Solifugen (Solpuga, Galeodes), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Biſſes ſehr gefürchtete Arten in Afrika und Aſien leben. Der Körper beſteht hier, wie wir es bei dem gemeinſamen Stammvater der Tracheaten vorausſetzen müſſen, aus drei getrennten Abſchnitten, einem Kopfe, welcher mehrere Kieferpaare trägt, einer Bruſt, an deren drei Ringen drei Beinpaare befeſtigt ſind, und einem vielgliederigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes ſtehen demnach die Solifugen eigentlich den Inſekten näher, als den übrigen Spinnen. Aus den devoniſchen Urſpinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als drei divergente Zweige die Streckſpinnen, Schneiderſpinnen und Rundſpinnen entwickelt. (S. 495.)

Die Streckſpinnen (Arthrogastres) erſcheinen als die älteren und urſprünglicheren Formen, bei denen ſich die frühere Leibesgliederung beſſer erhalten hat, als bei den Rundſpinnen. Die wichtigſten Formen dieſer Unterklaſſe ſind die Skorpione, welche durch die Phryniden oder Geißelſkorpione mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erſcheinen die kleinen Bücherſkorpione, welche unſere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwiſchen den Skorpionen und den Rundſpinnen ſtehen die langbeinigen Schneiderſpinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem beſonderen Zweige der Solifugen entſtanden ſind. Die Pycnogoni-

Digitized by Google

den oder Spinnenkrebse und die Arktisken oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Spinnen aufführt, sind von dieser Klasse ganz auszuschließen. Die ersteren sind unter die Crustaceen, die letzteren unter die Gliederwürmer zu stellen.

Versteinerte Reste von Streckspinnen finden sich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklasse der Arachniden, die Rundspinnen (Sphaerogastres), versteinert zuerst im Jura, also sehr viel später, vor. Sie haben sich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Bei den eigentlichen Weberspinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünste bewundern, geht die Verschmelzung der Rumpfglieder oder Metameren so weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken besteht, einer Kopfbrust, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangslosen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen sitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrscheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Weberspinnen durch Entartung (insbesondere durch Schmarotzerleben) entstanden sind, verschmelzen sogar noch diese beiden Rumpfstücke mit einander zu einer ungegliederten Masse.

Die Klasse der Tausendfüßer (Myriapoda), die kleinste und formenärmste unter den vier Arthropodenklassen, zeichnet sich durch den sehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringelwurme sehr ähnlich ist und oft mehr als hundert Beinpaare trägt. Aber auch sie hat sich ursprünglich aus einer sechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwickelung der Tausendfüßer im Ei deutlich beweist. Ihre Embryonen haben zuerst nur drei Beinpaare, gleich den echten Insekten, und erst später knospen Stück für Stück die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibsringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tausendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Moose u. s. w. leben), haben sich wahrscheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erst später aus dem älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt, indem je

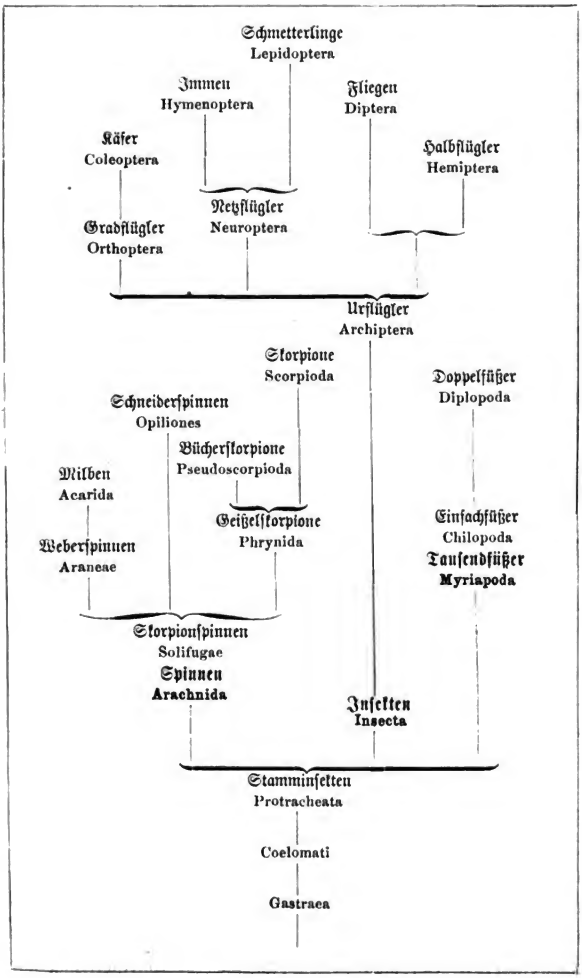
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 3 Klaſſen und 17 Ordnungen der Tracheaten.

Klaſſen der Tracheaten	Unterklaſſen der Tracheaten	Ordnungen der Tracheaten	Zwei Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Spinnen Arachnida	I. Streckſpinnen *Arthrogastres*	1. Skorpionſpinnen Solifugae	Solpuga / Galeodes
		2. Geißelſkorpione Phrynida	Phrynus / Thelyphonus
		3. Skorpione Scorpioda	Scorpio / Buthus
		4. Bücherſkorpione Pseudoscorpioda	Obisium / Chelifer
		5. Schneiderſpinnen Opilionida	Phalangium / Opilio
	II. Rundſpinnen *Sphaerogastres*	6. Weberſpinnen Araneae	Epeira / Mygale
		7. Milben Acarida	Sarcoptes / Demodex
II. Tauſendfüßer Myriapoda	III. Einfachfüßer *Chilopoda*	8. Einfachfüßer Chilopoda	Scolopendra / Geophilus
	IV. Doppelfüßer *Diplopoda*	9. Doppelfüßer Diplopoda	Julus / Polydesmus
III. Inſekten Insecta oder Hexapoda	V. Kauende Inſekten *Masticantia*	10. Urflügler Archiptera	Ephemera / Libellula
		11. Netzflügler Neuroptera	Hemerobius / Phryganea
		12. Gradflügler Orthoptera	Locusta / Forficula
		13. Käfer Coleoptera	Cicindela / Melolontha
		14. Hautflügler Hymenoptera	Apis / Formica
	VI. Saugende Inſekten *Sugentia*	15. Halbflügler Hemiptera	Aphis / Cimex
		16. Fliegen Diptera	Culex / Musca
		17. Schmetterlinge Lepidoptera	Bombyx / Papilio

Digitized by Google



Digitized by Google

zwei Ringe des Leibes paarweiſe mit einander verſchmolzen. Von den Chilopoden finden ſich foſſile Reſte zuerſt im Jura vor.

Die dritte und letzte Klaſſe unter den tracheenathmenden Arthropoden iſt die der *Inſekten* (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichſte von allen Thierklaſſen, und nächſt derjenigen der Säugethiere auch die wichtigſte von allen. Trotzdem die Inſekten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zuſammengenommen, ſind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in ſeinen weſentlichen Charakteren ſich ganz beſtändig erhält. Bei allen Inſekten ſind die drei Abſchnitte des Rumpfes, Kopf, Bruſt und Hinterleib deutlich getrennt. Der *Hinterleib* oder das *Abdomen* trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abſchnitt, die Bruſt oder der *Thorax*, trägt auf der Bauchſeite die *drei Beinpaare*, auf der Rückenſeite urſprünglich *zwei Flügelpaare*. Freilich ſind bei ſehr vielen Inſekten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder ſelbſt ganz verſchwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Inſekten zeigt uns deutlich, daß dieſer Mangel erſt nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entſtanden iſt, und daß alle jetzt lebenden Inſekten von einem gemeinſamen Stammineſekt abſtammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare beſaß (vergl. S. 256). Dieſe Flügel, welche die Inſekten ſo auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichen, entſtanden, wie ſchon vorher gezeigt wurde, wahrſcheinlich aus den Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Waſſer lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Inſekten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Dieſe *drei Kieferpaare*, obgleich bei allen Inſekten aus derſelben urſprünglichen Grundlage entſtanden, haben ſich durch verſchiedenartige Anpaſſung bei den verſchiedenen Ordnungen zu höchſt mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, ſo daß man ſie hauptſächlich zur Unterſcheidung und

Digitized by Google

Charakteristik der Hauptabtheilungen der Klasse verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insekten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Insekten mit saugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsekten oder Masticantien können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insekten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Geradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsekten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Den ältesten Insekten, welche die Stammformen der ganzen Klasse (und somit wahrscheinlich auch aller Tracheaten) enthalten, stehen von den heute noch lebenden Insekten am nächsten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Wasser lebende Larven uns wahrscheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Insektenflügel entstanden. Ferner gehören in diese Ordnung die bekannten Wasserjungfern oder Libellen, die flügellosen Zuckergäste (Lepisma) und Springschwänze (Collembola), die Blasenfüßer (Physopoda), und die gefürchteten Termiten, von denen sich versteinerte Reste schon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat sich wahrscheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche sich von ihnen wesentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterscheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida), und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Fossile Insekten, welche den Uebergang von den

Digitized by Google

Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) vermitteln, kommen ſchon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat ſich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare ſchon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Dieſe Abtheilung beſteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuſchrecken, Grillen u. ſ. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet ſind. Sowohl von Schaben als von Grillen und Heuſchrecken kennt man Verſteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Inſekten, die der Käfer (Coleoptera), kommt bereits in der Steinkohle verſteinert vor. Dieſe außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Inſektenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichſten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit ſich durch Anpaſſung an verſchiedene Lebensverhältniſſe äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie weſentlich umgebildet wird. Wahrſcheinlich haben ſich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen ſie ſich weſentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterſcheiden.

An dieſe vier Ordnungen der beißenden Inſekten ſchließt ſich nun zunächſt die eine Ordnung der leckenden Inſekten an, die intereſſante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Inſekten, welche ſich durch ihre entwickelten Kulturzuſtände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe des Geiſteslebens, der intellektuellen Vervollkommnung und der Charakterſtärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meiſten Wirbelloſen, ſondern überhaupt die meiſten Thiere übertreffen. Es ſind das vor allen die Ameiſen und die Bienen, ſodann die Weſpen, Blattweſpen, Holzweſpen, Schlupfweſpen, Gallweſpen u. ſ. w. Sie kommen zuerſt verſteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erſt

Digitized by Google

in den Tertiärſchichten. Wahrſcheinlich haben ſich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der ſtechenden Inſekten, den Hemipteren und Dipteren, iſt die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuſe (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuſe (Pediculina). Von erſteren beiden finden ſich foſſile Reſte ſchon im Jura. Aber ſchon im permiſchen Syſtem kommt ein merkwürdiges Inſekt vor (Eugereon), welches auf die Abſtammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten ſcheint. Wahrſcheinlich ſind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die älteſten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläuſen auch noch die Schildläuſe, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verſchiedenen Zweigen der Homopteren werden ſich die Läuſe durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verluſt der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der ſtechenden Inſekten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet ſich zwar auch ſchon im Jura verſteinert neben den Halbflüglern vor; allein dieſelben haben ſich doch wahrſcheinlich erſt nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel ſind bei den Dipteren vollſtändig geblieben. Die Hauptmaſſe dieſer Ordnung bilden die langgeſtreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die erſteren wohl älter ſind. Doch finden ſich von Beiden ſchon Reſte im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Paraſitismus haben ſich aus ihnen wahrſcheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der ſpringenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Inſektenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich ſchlürfenden Mundtheilen ſind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Dieſe Ordnung erſcheint in mehreren morphologiſchen Beziehungen als die vollkommenſte Abtheilung der Inſekten und

Digitized by Google

hat ſich demgemäß auch erſt am ſpäteſten entwickelt. Man kennt nämlich von dieſer Ordnung Verſteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen ſogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtſchaft einiger Motten (Tinea) und Eulen (Noctua) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrſcheinlich, daß ſich die Schmetterlinge aus dieſer Gruppe, alſo aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie ſehen, beſtätigt Ihnen die ganze Geſchichte der Inſektenklaſſe und weiterhin auch die Geſchichte des ganzen Arthropodenſtammes weſentlich die großen Geſetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müſſen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithiſcher Zeit mit der kiemenathmenden Klaſſe der Krebſe, und zwar mit den niederſten Urkrebſen oder Archicariden. Die Geſtalt dieſer Urkrebſe, die ſich jedenfalls aus Gliedwürmern entwickelten, iſt uns noch heute in der gemeinſamen Jugendform der verſchiedenen Krebſe, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte ſich weiterhin die ſeltſame Zoëa, die gemeinſame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebſe (Malacostraca) und zugleich vielleicht desjenigen, zuerſt durch Tracheen Luft athmenden Arthropoden, welcher der gemeinſame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieſer deboniſche Stammvater, der zwiſchen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entſtanden ſein muß, ſtand wahrſcheinlich von allen jetzt noch lebenden Inſekten den Urflüglern oder Archipteren am nächſten. Aus ihm entwickelte ſich als Hauptſtamm der Tracheaten die Inſektenklaſſe, von deren tieferen Stufen ſich frühzeitig als zwei divergente Zweige die Spinnen und Tauſendfüßer ablöſten. Von den Inſekten exiſtirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erſte wahrſcheinlich die gemeinſame Stammform der drei anderen iſt. Erſt viel ſpäter ent-

Digitized by Google

wickelten ſich aus den beißenden Inſekten, welche die urſprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinſten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, ſtechenden und ſchlürfenden Inſekten. Wie dieſe Ordnungen in der Erdgeſchichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals überſichtlich die nachſtehende Tabelle.

A. Inſekten mit kauenden Mundtheilen **Masticantia**	I. Beißende Inſekten *Mordentia*	1. Urflügler Archiptera	M. I. A. A.	Zuerſt verſteinert in der Steinkohle
		2. Netzflügler Neuroptera	M. C. A. A.	
		3. Gradflügler Orthoptera	M. I. A. D.	
		4. Käfer Coleoptera	M. C. A. D.	
	II. Leckende Inſekten *Lambentia*	5. Hautflügler Hymenoptera	M. C. A. A.	Zuerſt verſteinert im Jura
B. Inſekten mit ſaugenden Mundtheilen **Sugentia**	III. Stechende Inſekten *Pungentia*	6. Halbflügler Hemiptera	M. I. A. A.	
		7. Fliegen. Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Schlürfende Inſekten *Sorbentia*	8. Schmetterlinge Lepidoptera	M. C. A. A.	Zuerſt verſteinert im Tertiär

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Inſekten iſt zugleich der Unterſchied in der Metamorphoſe oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchſtaben angegeben: M. I. = Unvollſtändige Metamorphoſe. M. C. = Vollſtändige Metamorphoſe (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verſchieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch ſtarke Differenzirung im Bau und Gewebe ſehr verſchieden).

Digitized by Google

Zwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

III. Wirbelthiere.

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf neun Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzetthiere). Blutsverwandtschaft der Schädellosen mit den Mantelthieren. Uebereinstimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Ursprung des Wirbelthierstammes aus der Würmergruppe. Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnien oder Amnionlosen. Fische (Urfische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurchfische oder Dipneusten. Seedrachen oder Haifanrier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechsen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fiederschwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtschaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, ist keine einzige von so hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Zoologen ist auch der Mensch ein Glied dieses Stammes, und kann seiner ganzen Organisation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeschichte des Menschen schon

Digitized by Google

früher die unbestreitbare Thatsache erkannt haben, daß derselbe in seiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren, verschieden ist, so müssen wir nothwendig mit Beziehung auf seine paläontologische Entwickelungsgeschichte schließen, daß das Menschengeschlecht sich historisch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß dasselbe zunächst von den Säugethieren abstammt. Dieser Umstand einerseits, anderseits aber das vielseitige höhere Interesse, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anspruch nehmen, wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und dessen Ausdruck, das natürliche System, hier besonders genau untersuchen.

Glücklicherweise sind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufstellung der Stammbäume immer leiten müssen, grade für diesen wichtigen Thierstamm, aus dem unser eigenes Geschlecht entsprossen ist, besonders vollständig. Durch Cuvier ist schon im Anfange unseres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Bär die Ontogenie der Wirbelthiere zu einer sehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neuester Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unsere Erkenntniß von den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen der verschiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbesondere haben die klassischen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Descendenztheorie durchdrungen sind, den Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomische Material, wie bei allen übrigen Thieren, so ganz besonders im Wirbelthierstamm, erst durch die Anwendung der Abstammungslehre seine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, sind die Analogien auf die Anpassung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir sehen, daß die Gliedmaßen der verschiedensten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verschiedenen äußeren Form dennoch wesentlich denselben inneren

Digitized by Google

Bau beſitzen, wenn wir ſehen, daß dem Arme des Menſchen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Bruſtfloſſe der Walfiſche und der Seedrachen, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Fröſche immer dieſelben Knochen in derſelben charakteriſtiſchen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, ſo können wir dieſe wunderbare Uebereinſtimmung und Homologie nur durch die gemeinſame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterſchiede dieſer homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen her (vergl. Taf. IV, S. 363).

Ebenſo wie die vergleichende Anatomie iſt auch die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeſchichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz beſonderer Wichtigkeit. Die erſten aus dem Ei entſtehenden Entwickelungszuſtände ſind bei allen Wirbelthieren im Weſentlichen ganz gleich, und behalten um ſo länger ihre Uebereinſtimmung, je näher ſich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen Syſtem, d. h. im Stammbaum, ſtehen. Wie weit dieſe Uebereinſtimmung der Keimformen oder Embryonen ſelbſt bei den höchſt entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen ſchon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinſtimmung in Form und Bau, welche z. B. zwiſchen den Embryonen des Menſchen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte ſelbſt noch in den auf Taf. II und III dargeſtellten Entwickelungszuſtänden beſteht, iſt eine Thatſache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigſten Anhaltspunkte zur Conſtruction des Stammbaums.

Endlich ſind auch die paläontologiſchen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz beſonderem Werthe. Denn die verſteinerten Wirbelthierreſte gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieſer Thiere an, einem Organſyſteme, welches für das Verſtändniß ihres Organismus von der größten Bedeutung iſt. Allerdings iſt auch hier, wie überall, die Verſteinerungsurkunde äußerſt unvollſtändig und lückenhaft. Allein immerhin ſind uns von den

Digitized by Google

ausgestorbenen Wirbelthieren wichtigere Reste im versteinerten Zustande erhalten, als von den meisten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendsten Fingerzeige über das Verwandtschaftsverhältniß und die historische Aufeinanderfolge der Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich schon früher erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierklassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Klassen Linné's, die Insekten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbellose (Invertebrata, später auch Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klassen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klasse der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Klassen sei. Diese beiden Klassen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter dem Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer ganzen Organisation eng an die Fische an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten und die vielgestaltige Formengruppe der mesolithischen Drachen (Dinosauria), der fliegenden Reptilien u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klassen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere

Digitized by Google

in zwei Hauptgruppen. Die erſte Hauptgruppe, die Fiſche und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallantoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, ſondern ausſchließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch paſſend kiemenloſe oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig dieſe Unterſcheidung auch iſt, ſo können wir doch bei derſelben nicht ſtehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen Syſtem des Wirbelthierſtammes, und zu einem naturgemäßen Verſtändniß ſeines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müſſen wir dann, wie ich in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklaſſen unterſcheiden, indem wir die bisherige Fiſchklaſſe in vier verſchiedene Klaſſen auflöſen (Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erſte und niederſte von dieſen Klaſſen wird durch die Schädelloſen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräſentant lebt, das merkwürdige Lanzettchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Klaſſe ſchließen ſich an dieſe zunächſt die Unpaarnaſen (Monorhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myxinoiden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klaſſe erſt würden die echten Fiſche (Pisces) bilden und an dieſe würden ſich als vierte Klaſſe die Lurchfiſche (Dipneusta) anſchließen: Uebergangsformen von den Fiſchen zu den Amphibien. Durch dieſe Unterſcheidung, welche, wie Sie gleich ſehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere ſehr wichtig iſt, wird die urſprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklaſſen auf das Doppelte geſteigert.

In neueſter Zeit endlich iſt noch eine neunte Wirbelthierklaſſe zu dieſen acht Klaſſen hinzugekommen. Durch die kürzlich veröffentlichten vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen von Gegenbaur nämlich hat ſich herausgeſtellt, daß die merkwürdige Abtheilung der Seedrachen (Halisauria), welche man bisher unter den Reptilien

Digitized by Google

aufführte, weit von dieſen verſchieden und als eine beſondere Klaſſe anzuſehen iſt, welche ſich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierſtamme abgezweigt hat. Es gehören dahin die berühmten großen Ichthyoſauren und Pleſioſauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simoſauren der Triaszeit, welche ſich alle näher an die Fiſche als an die Amphibien anſchließen.

Dieſe neun Klaſſen der Wirbelthiere ſind aber keineswegs von gleichem genealogiſchen Werthe. Vielmehr müſſen wir dieſelben in der Weiſe, wie es Ihnen bereits die ſyſtematiſche Ueberſicht auf S. 448 zeigte, auf vier verſchiedene Hauptklaſſen vertheilen. Zunächſt können wir die drei höchſten Klaſſen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklaſſe unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zuſammenfaſſen. Dieſen ſtellen ſich naturgemäß als eine zweite Hauptklaſſe die Amnionloſen (Anamnia) gegenüber, nämlich die vier Klaſſen der Lurche, Seedrachen, Lurchfiſche und Fiſche. Die genannten ſieben Klaſſen, ſowohl die Amnionloſen als die Amnionthiere, ſtimmen unter ſich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche ſie ſich von den beiden niederſten Klaſſen (den Unpaarnaſen und Rohrherzen) unterſcheiden. Wir können ſie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnaſen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich ſind dieſe Paarnaſen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnaſen, als den Schädelloſen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnaſen mit den Unpaarnaſen in einer oberſten Hauptgruppe zuſammenſtellen und dieſe als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Klaſſe der Schädelloſen oder Rohrherzen gegenüberſtellen. Durch dieſe, von mir vorgeſchlagene Klaſſifikation der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigſten genealogiſchen Beziehungen ihrer neun Klaſſen klar zu überſehen. Das ſyſtematiſche Verhältniß dieſer Gruppen zu einander läßt ſich durch folgende Ueberſicht kurz ausdrücken.

Digitized by Google

A. Schädelloſe (Acrania)				1. Rohrherzen	1. Leptocardia
B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)	a. Unpaarnaſen *Monorrhina*			2. Rundmäuler	2. Cyclostoma
	b. Paarnaſen *Amphirrhina*	I. Ammionloſe Anamnia		3. Fiſche	3. Pisces
				4. Lurchfiſche	4. Dipneusta
				5. Seedrachen	5. Halisauria
				6. Lurche	6. Amphibia
		II Ammionthiere Amniota		7. Schleicher	7. Reptilia
				8. Vögel	8. Aves
				9. Säugethiere	9. Mammalia

Auf der niedrigſten Organiſationsſtufe von allen uns bekannten Wirbelthieren ſteht der einzige noch lebende Vertreter der erſten Klaſſe, das Lanzetfiſchchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus) (Taf. XIII, Fig. B). Dieſes höchſt intereſſante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unſeres Stammbaumes ein überraſchendes Licht verbreitet, iſt offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräſentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklaſſe, welche während der Primordialzeit ſehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller feſten Skelettheile gar keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnte. Das kleine Lanzetfiſchchen lebt heute noch weitverbreitet in verſchiedenen Meeren, z. B. in der Oſtſee, Nordſee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Grunde im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name ſagt, die Geſtalt eines ſchmalen, an beiden Enden zugeſpitzten, lanzettförmigen Blattes. Erwachſen iſt daſſelbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich ſchimmernd, halb durchſichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen ſo wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß ſein erſter Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nacktſchnecke hielt. Beine beſitzt es nicht, und ebenſowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende iſt äußerlich von dem hinteren faſt nur durch die Mundöffnung zu unterſcheiden. Aber dennoch beſitzt der Amphioxus in ſeinem inneren Bau die wichtigſten Merkmale, durch welche ſich alle Wirbelthiere von allen Wirbelloſen unterſcheiden, vor allem den Rückenſtrang

Digitized by Google

und das Rückenmark. Der Rückenſtrang (Chorda dorsalis) iſt ein cylindriſcher, vorn und hinten zugeſpitzter, grader Knorpelſtab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets und die Grundlage der Wirbelſäule bildet. Unmittelbar über dieſem Rückenſtrang, auf der Rückenſeite deſſelben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls urſprünglich ein grader, vorn und hinten zugeſpitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptſtück und Centrum des Nervenſyſtems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menſchen mit inbegriffen, werden dieſe wichtigſten Körpertheile während der embryonalen Entwickelung aus dem Ei urſprünglich in derſelben einfachſten Form angelegt, welche ſie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erſt ſpäter entwickelt ſich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenſtrang der das Gehirn umſchließende Schädel. Da bei dem Amphioxus dieſe beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, ſo können wir die durch ihn vertretene Thierklaſſe mit Recht als Schädelloſe (Acrania) bezeichnen, im Gegenſatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädelloſen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centraliſirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zuſammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße ſelbſt im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centraliſirtes, beutelförmiges Herz beſitzen, müßten dann im Gegenſatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

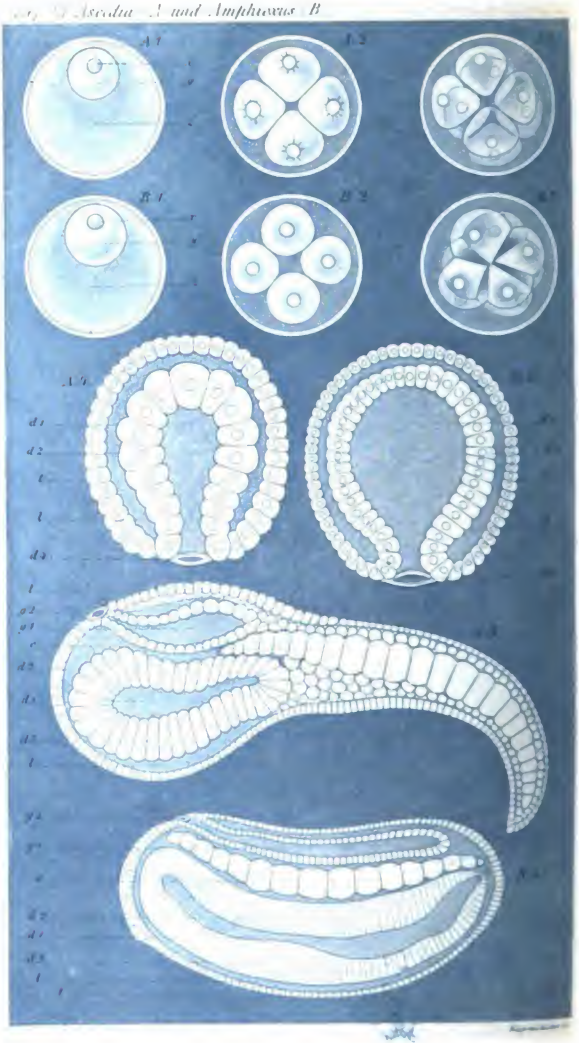
Offenbar haben ſich die Schädelthiere oder Centralherzen erſt in ſpäterer Primordialzeit aus Schädelloſen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe ſtanden, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo ſtammen nun aber dieſe Schädelloſen ſelbſt her? Auf dieſe wichtige Frage hat uns, wie ich ſchon im vorletzten Vortrage erwähnte, erſt die jüngſte Zeit eine höchſt überraſchende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Unterſuchungen von Kowalewski über die individuelle Ent-

Digitized by Google

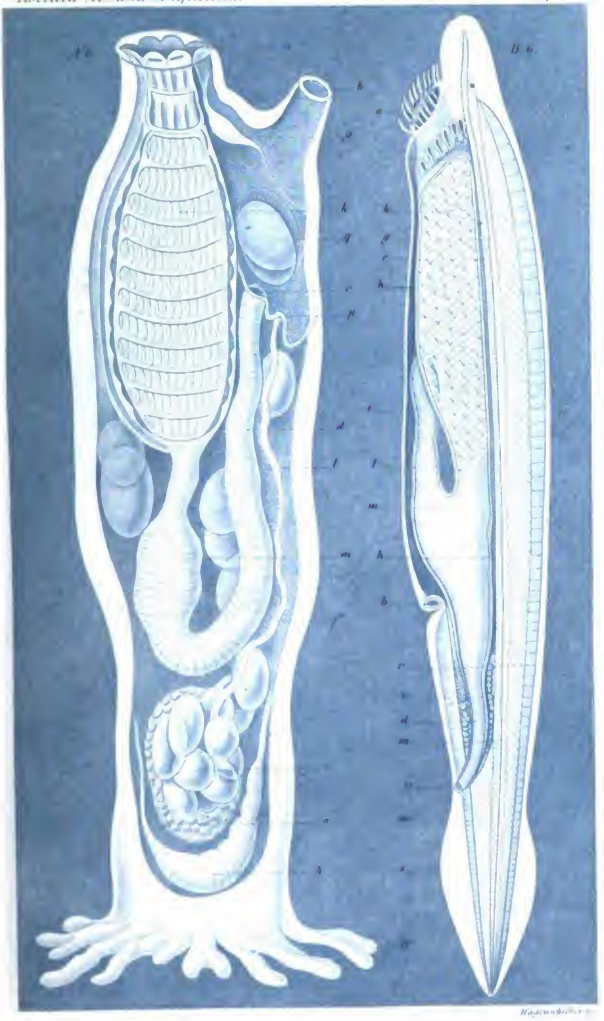
wickelung des Amphioxus und der feſtſitzenden Seeſcheiden (Ascidiae) [aus der Klaſſe der Mantelthiere (Tunicata)] hat ſich ergeben, daß die Ontogenie dieſer beiden ganz verſchiedenen Thierformen in ihrer erſten Jugend merkwürdig übereinſtimmt. Die frei umherſchwimmenden Larven der Ascidien (Taf. XII, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark (Fig. 5g) und zum Rückenſtrang (Fig. 5c) und zwar ganz in derſelben Weiſe, wie der Amphioxus (Taf. XII, Fig. B). Allerdings bilden ſie dieſe wichtigſten Organe des Wirbelthierkörpers ſpäterhin nicht weiter aus. Vielmehr geben ſie eine rückſchreitende Verwandlung ein, ſetzen ſich auf dem Meeresboden feſt, und wachſen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XIII Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervenſyſtems, und der Rückenſtrang, als die erſte Grundlage der Wirbelſäule, ſind ſo wichtige, den Wirbelthieren ſo ausſchließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus ſicher auf die wirkliche Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere mit den Mantelthieren ſchließen können. Natürlich wollen wir damit nicht ſagen, daß die Wirbelthiere von den Mantelthieren abſtammen, ſondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinſamer Wurzel entſproſſen ſind, und daß die Mantelthiere von allen Wirbelloſen diejenigen ſind, welche die nächſte Blutsverwandtſchaft zu den Wirbelthieren beſitzen. Offenbar haben ſich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächſt die Schädelloſen) aus einer Würmergruppe fortſchreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückſchreitenden Richtung hin die degenerirten Mantelthiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. XII und XIII im Anhang.)

Aus den Schädelloſen hat ſich zunächſt eine zweite niedere Klaſſe von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fiſchen ſteht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch dieſe Klaſſe konnte wegen des Mangels aller feſten Körpertheile leider eben ſo wenig als die Schädelloſen verſteinerte Reſte hinterlaſſen. Aus ihrer

Digitized by Google



Digitized by Google


A.
B.

ganzen Organisation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß sie eine sehr wichtige Mittelstufe zwischen den Schädellosen und den Fischen darstellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derselben nur die letzten überlebenden Reste von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe sind. Wegen des kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten besitzen, wird die ganze Klasse gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Bezeichnender noch ist der Name Unpaarnasen (Monorhina). Denn alle Cyclostomen besitzen ein einfaches unpaares Nasenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Nase aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Nase, besteht. Wir konnten deshalb diese letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnasen (Amphirhina) zusammenfassen. Die Paarnasen besitzen sämmtlich ein ausgebildetes Kieferskelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieses den Unpaarnasen gänzlich fehlt.

Auch abgesehen von der eigenthümlichen Nasenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterscheiden sich die Unpaarnasen von den Paarnasen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige sympathische Nervennetz und die Milz der letzteren. Von der Schwimmblase und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnasen wenigstens in der ersten Anlage vorhanden sind, fehlt den Unpaarnasen (ebenso wie den Schädellosen) noch jede Spur. Es ist daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir sowohl die Monorhinen als die Schädellosen gänzlich von den Fischen trennen, mit denen sie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weise vereinigt waren.

Die erste genauere Kenntniß der Monorhinen oder Cyclostomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, dessen klassisches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden" die Grundlage unserer neueren Ansichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterschied unter den Cyclostomen zwei verschiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklassen geben.

Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Hauptklaſſen, 9 Klaſſen und 27 Unterklaſſen der Wirbelthiere.

Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.

I. Schädelloſe (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)

Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centraliſirtes Herz.

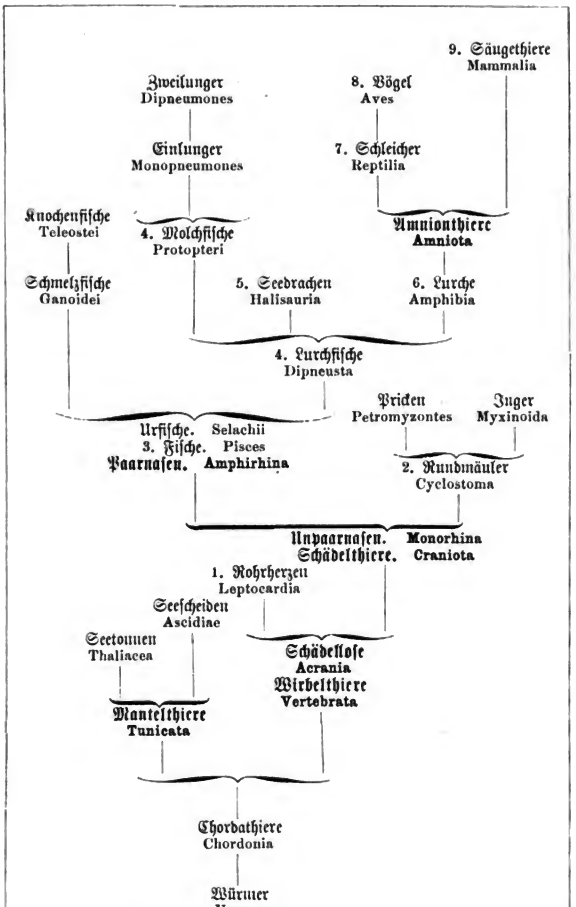
1. Schädelloſe **Acrania**	I. Rohrherzen *Leptocardia*	1. Lanzetthiere	Amphioxida

II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)

Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centraliſirtem Herzen.

Hauptklaſſen der Schädelthiere	Klaſſen der Schädelthiere	Unterklaſſen der Schädelthiere	Syſtematiſcher Name der Unterklaſſen
2. Unpaarnaſen **Monorhina**	II. Rundmäuler *Cyclostoma*	2. Inger oder Schleimfiſche	2. Hyperotreta (Myxinoida)
		3. Lampreten oder Pricken	3. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. Amnionloſe **Anamnia**	III. Fiſche *Pisces*	4. Urfiſche	4. Selachii
		5. Schmelzfiſche	5. Ganoides
		6. Knochenfiſche	6. Teleostei
	IV. Lurchfiſche *Dipneusta*	7. Einlunger	7. Monopneumones
		8. Zweilunger	8. Dipneumones
	V. Seedrachen *Halisauria*	9. Urdrachen	9. Simosauria
		10. Schlangendrachen	10. Plesiosauria
		11. Fiſchdrachen	11 Ichthyosauria
	VI. Lurche *Amphibia*	12. Panzerlurche	12. Phractamphibia
		13. Nacktlurche	13. Lissamphibia
4. Amnionthiere **Amniota**	VII. Schleicher *Reptilia*	14. Stammreptilien	14. Tocosauria
		15. Eidechſen	15. Lacertilia
		16. Schlangen	16. Ophidia
		17. Crocodile	17. Crocodilia
		18. Schildkröten	18. Chelonia
		19. Flugreptilien	19. Pterosauria
		20. Drachen	20. Dinosauria
		21. Schnabelreptilien	21. Anomodontia
	VIII. Vögel *Aves*	22. Federſchwänzige	22. Saururae
		23. Fächerſchwänzige	23. Carinatae
		24 Büſchelſchwänzige	24. Ratitae
	IX. Säugethiere *Mammalia*	25. Kloakenthiere	25. Monotrema
		26. Beutelthiere	26. Marsupialia
		27. Placentalthiere	27. Placentalia

Digitized by Google



Digitized by Google

Die erſte Unterklaſſe ſind die Inger oder Schleimfiſche (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere ſchmarotzend auf Fiſchen, in deren Haut ſie ſich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan beſitzen ſie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Naſenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt iſt die zweite Unterklaſſe, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unſerer Flüſſe (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntſchaft Sie wohl Alle im marinirten Zuſtande ſchon gemacht haben. Im Meere werden dieſelben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei dieſen Unpaarnaſen durchbohrt das Naſenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden ſich zwei Ringcanäle.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnaſen (Amphirhina) oder Kiefermündige (Gnathostoma) bezeichnen. Alle dieſe Thiere beſitzen eine aus zwei paarigen Seitenhälften beſtehende Naſe, ein Kieferſkelet, ein ſympathiſches Nervennetz, drei Ringkanäle im Gehörorgan und eine Milz. Alle Paarnaſen beſitzen ferner eine blaſenförmige Ausſtülpung des Schlundes, welche ſich bei den Fiſchen zur Schwimmblaſe, bei den übrigen Paarnaſen zur Lunge entwickelt hat. Endlich iſt urſprünglich bei allen Paarnaſen die Anlage zu zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Bruſtfloſſen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchfloſſen. Allerdings iſt bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfiſchen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder verloren gegangen; aber ſelbſt in dieſen Fällen iſt wenigſtens die Spur ihrer urſprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben nnnütze Reſte derſelben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben beſtehen (vergl. oben S. 13).

Aus allen dieſen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit ſchließen, daß ſämmtliche Paarnaſen von einer einzigen

Digitized by Google

gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direkt oder indirekt sich aus den Monorhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten. Den sicheren Beweis dafür liefern die „Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere" von Carl Gegenbaur, welche sich ebenso durch die sorgfältigste Beachtung, wie durch die scharfsinnigste Reflexion auszeichnen.

Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen sechs Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und also nie in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser, und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste

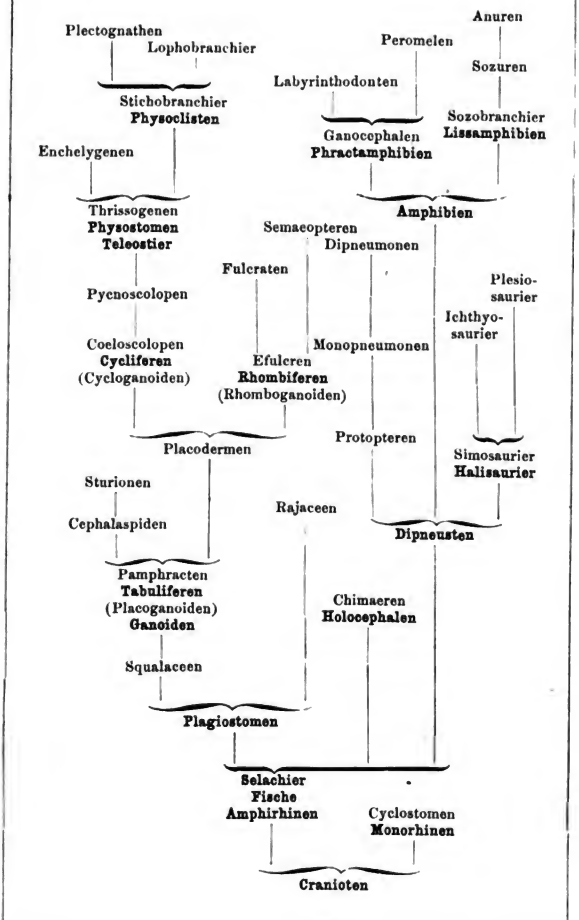
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fiſchklaſſe.

Unterklaſſen der Fiſchklaſſe	Legionen der Fiſchklaſſe	Ordnungen der Fiſchklaſſe	Beiſpiele aus den Ordnungen
A. Urfiſche *Selachii*	I. Quermäuler *Plagiostomi*	1. Haifiſche *Squalacei*	Stachelhai, Menſchenhai, u. ſ. w.
		2. Rochen *Rajacei*	Stachelrochen, Zitterrochen, u. ſ. w.
	II. Seekatzen *Holocephali*	3. Seekatzen *Chimaeracei*	Chimären, Kalorrhynchen, u. ſ. w.
B. Schmelzfiſche *Ganoides*	III. Gepanzerte Schmelzfiſche *Tabuliferi*	4. Schildkrötenfiſche *Pamphracti*	Cephalaspiden, Placodermen, u. ſ. w.
		5. Störfiſche *Sturiones*	Löffelſtör, Stör, Hauſen, u. ſ. w.
	IV. Eckſchuppige Schmelzfiſche *Rhombiferi*	6. Schindelloſe *Efulcrati*	Doppelfloſſer, Pflaſterzähner, u. ſ. w.
		7. Schindelfloſſige *Fulcrati*	Paläoniskeln, Knochenhechte u. ſ. w.
		8. Fahnenfloſſige *Semaeopteri*	Afrikaniſcher Flöſſelhecht, u. ſ. w.
	V. Rundſchuppige Schmelzfiſche *Cycliferi*	9. Hohlgrätenfiſche *Coeloscolopes*	Holoptychier, Coelacanthiden u. ſ. w.
		10. Dichtgrätenfiſche *Pycnoscolopes*	Coccolepiden, Amiaden, u. ſ. w.
C. Knochenfiſche *Teleostei*	VI. Knochenfiſche mit Luftgang der Schwimmblaſe *Physostomi*	11. Häringsartige *Thrissogenes*	Häringe, Lachſe, Karpfen, Welſe, u. ſ. w.
		12. Aalartige *Enchelygenes*	Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. ſ. w.
	VII. Knochenfiſche ohne Luftgang der Schwimmblaſe *Physoclisti*	13. Reihenkiemer *Stichobranchii*	Barſche, Lippfiſche, Dorſche, Schollen, u. ſ. w.
		14. Hautkiefer *Plectognathi*	Kofferfiſche, Igelfiſche, u. ſ. w.
		15. Büſchelkiemer *Lophobranchii*	Seenadeln, Seepferdchen, u. ſ. w.

Digitized by Google



Digitized by Google

von diesen, welche die ursprüngliche Form am getreuesten bewahrt hat, ist diejenige der Urfische (Selachii). Davon leben heutzutage noch die Haifische (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zusammenfaßt, sowie die seltsame Fischform der abenteuerlich gestalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali der Chimaeracei). Aber diese Urfische der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, sind nur schwache Reste von der gestaltenreichen und herrschenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeschichte, und namentlich während der paläolithischen Zeit, bildeten. Leider besitzen alle Urfische ein knorpeliges, niemals vollständig verknöchertes Skelet, welches der Versteinerung nur wenig oder gar nicht fähig ist. Die einzigen harten Körpertheile, welche in fossilem Zustande sich erhalten konnten, sind die Zähne und die Flossenstacheln. Diese finden sich aber in solcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchst beträchtliche Entwickelung der Urfische in jener altersgrauen Vorzeit schließen können. Sie finden sich sogar schon in den silurischen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur schwache Reste von Schmelzfischen (und diese erst in den jüngsten Schichten, im oberen Silur) einschließen. Von den drei Ordnungen der Urfische sind die bei weitem wichtigsten und interessantesten die Haifische, welche wahrscheinlich unter allen lebenden Paarnasen der ursprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proselachiern, am nächsten stehen. Aus diesen Proselachiern, welche von echten Haifischen wohl nur wenig verschieden waren, haben sich wahrscheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfische und die heutigen Urfische, nach einer anderen Richtung hin die Dipneusten, Seedrachen und Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfische (Ganoides) stehen in anatomischer Beziehung vollständig in der Mitte zwischen den Urfischen einerseits und den Knochenfischen andrerseits. In vielen Merkmalen stimmen sie mit jenen, in vielen anderen mit diesen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß sie auch genealogisch den Uebergang von den Ur-

Digitized by Google

fischen zu den Knochenfischen vermittelten. In noch höherem Maaße als die Urfische sind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils ausgestorben, wogegen sie während der ganzen paläolithischen und mesolithischen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Masse entwickelt waren. Nach der verschiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfische in drei Legionen: Gepanzerte, Eckschuppige und Rundschuppige. Die gepanzerten Schmelzfische (Tabuliferi) sind die ältesten und schließen sich unmittelbar an die Selachier an, aus denen sie entsprungen sind. Fossile Reste von ihnen finden sich, obwohl selten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowschichten). Riesige, gegen 30 Fuß lange Arten derselben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden sich namentlich im devonischen System. Heute aber lebt von dieser Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfische (Sturiones), nämlich die Löffelstöre (Spatularides), und die Störe (Accipenserides), zu denen u. A. der Hausen gehört, welcher uns den Fischleim oder die Hausenblase liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. s. w. Aus den gepanzerten Schmelzfischen haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die eckschuppigen und die rundschuppigen entwickelt. Die eckschuppigen Schmelzfische (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombischen Schuppen auf den ersten Blick von allen anderen Fischen unterscheiden kann, sind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibsel vertreten, nämlich durch den Flösselhecht (Polypterus) in afrikanischen Flüssen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikanischen Flüssen. Aber während der paläolithischen und der ersten Hälfte der mesolithischen Zeit bildete diese Legion die Hauptmasse der Fische. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundschuppigen Schmelzfische (Cycliferi), welche vorzugsweise während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war diese Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikanischen Flüssen übrig ist, insofern viel wichtiger, als sich aus ihr die dritte Unterklasse der Fische, die Knochenfische, entwickelte.

Digitized by Google

Die Knochenfiſche (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmaſſe der Fiſchklaſſe. Es gehören dahin die allermeiſten Seefiſche, und alle unſere Süßwaſſerfiſche, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfiſche. Wie zahlreiche Verſteinerungen deutlich beweiſen, iſt dieſe Klaſſe erſt um die Mitte des meſolithiſchen Zeitalters aus den Schmelzfiſchen, und zwar aus den rundſchuppigen oder Cycliferen entſtanden. Die Thriſſopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unſeren heutigen Häringen am nächſten ſtehen, ſind wahrſcheinlich die älteſten von allen Knochenfiſchen, und unmittelbar aus den rundſchuppigen Schmelzfiſchen, welche der heutigen Amia nahe ſtanden, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfiſchen, den Phyſoſtomen, war ebenſo wie bei den Ganoiden die Schwimmblaſe noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das iſt auch heute noch bei den zu dieſer Gruppe gehörigen Häringen, Lachſen, Karpfen, Welſen, Aalen u. ſ. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Phyſoſtomen eine Verwachſung, ein Verſchluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblaſe völlig von dem Schlunde abgeſchnürt. So entſtand die zweite Legion der Knochenfiſche, die der Phyſokliſten, welche erſt während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Phyſoſtomen übertraf. Es gehören hierher die meiſten Seefiſche der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorſche, Schollen, Thunfiſche, Lippfiſche, Umberfiſche u. ſ. w., ferner die Hefikiefer (Kofferfiſche und Igelfiſche) und die Büſchelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen ſind unter unſeren Flußfiſchen nur wenige Phyſokliſten, z. B. der Barſch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfiſche ſind Phyſoſtomen.

Zwiſchen den echten Fiſchen und den Amphibien mitten inne ſteht die merkwürdige Klaſſe der Lurchfiſche oder Molchfiſche (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige Repräſentanten, nämlich der amerikaniſche Molchfiſch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenſtroms, und der afrikaniſche

Digitized by Google

Molchfisch (Protopterus annectens) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Ein dritter großer Molchfisch (Ceratodus Forsteri) ist kürzlich in Australien entdeckt worden. Während der trockenen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese seltsamen Thiere in dem eintrocknenden Schlamm in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Aeußerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Unter den heute noch lebenden Dipneusten besitzt Ceratodus eine einfache unpaare Lunge, (Monopneumones), während Protopterus und Lepidosiren ein Paar Lungen haben (Dipneumones). Auch in anderen Beziehungen zeigt Ceratodus Spuren von höherem Alter, als die beiden anderen. Alle drei Gattungen sind jedenfalls uralt, und die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Jedoch finden sich Zähne, welche denen des Ceratodus gleichen, in der Trias. Wahrscheinlich sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten.

Digitized by Google

Eine ganz eigenthümliche Wirbelthierklasse, welche schon längst ausgestorben ist und bloß während der Sekundärzeit gelebt zu haben scheint, bilden die merkwürdigen Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria, auch wohl Schwimmfüßer oder Nexipoden genannt). Diese furchtbaren Raubthiere bevölkerten die mesolithischen Meere in großen Mengen und in höchst sonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Versteinerungen und Abdrücke, sowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derselben, haben uns mit ihrem Körperbau jetzt sehr genau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieselben zu den Reptilien oder Schleichern gestellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anschluß an die Fische, anweisen. Die kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Gegenbaur, welche vor allem die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht setzen, haben dagegen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die Seedrachen eine ganz isolirt stehende Gruppe bilden, weit entfernt sowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fischen. Die Skeletbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderflossen umgeformt sind (ähnlich wie bei den Fischen und Walfischen), liefert den klaren Beweis, daß sich die Halisaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien sowohl als die drei höheren Wirbelthierklassen stammen alle von einer gemeinsamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger besaß. Die Seedrachen dagegen besitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußskelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfische. Andrerseits haben sie Luft durch Lungen, wie die Dipneusten, geathmet, trotzdem sie beständig im Meere umherschwammen. Sie haben sich daher, vielleicht im Zusammenhang mit den Lurchfischen, von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgesetzt. Sie bilden eine ausgestorbene Seitenlinie.

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen sich auf drei, ziemlich stark von einander sich entfernende Ordnungen, die Urdrachen,

Digitized by Google

Fischdrachen und Schlangendrachen. Die Urdrachen (Simosauria) sind die ältesten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode. Besonders häufig findet man ihre Skelete im Muschelkalk, und zwar zahlreiche verschiedene Gattungen. Sie scheinen im Ganzen den Plesiosauren sehr ähnlich gewesen zu sein und werden daher wohl auch mit diesen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlangendrachen (Plesiosauria) lebten zusammen mit den Ichthyosauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten sich durch einen ungemein langen und schlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn sie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden sie einem Schwane ähnlich gewesen sein; aber statt der Flügel und Beine hatten sie zwei paar kurze, platte, ovale Ruderflossen.

Ganz anders war die Körperform der Fischdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fischflosser (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Ordnungen entgegengesetzt werden. Sie besaßen einen sehr langgestreckten Fischrumpf und einen schweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen sehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewissen Delphinen sehr ähnlich gewesen sein. Der Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Ruderflossen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlangendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt haben. Jedenfalls sind sie alle direkt oder indirekt von den Selachiern abzuleiten.

Die nun folgenden Wirbelthierklassen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) lassen sich alle auf Grund ihrer charakteristischen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinsamen, aus den Selachiern entsprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen besaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausge-

Digitized by Google

bildet ſind, ſo müſſen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpaſſung verloren gegangen ſein. Die älteſten uns bekannten von dieſen fünfzehigen Vertebraten ſind die Lurche (Amphibia). Wir theilen dieſe Klaſſe in zwei Unterklaſſen ein, in die Panzerlurche und Nacktlurche, von denen die erſteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet ſind.

Die erſte und ältere Unterklaſſe der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die älteſten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns foſſile Reſte erhalten ſind. Wohlerhaltene Verſteinerungen derſelben finden ſich ſchon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fiſchen noch am nächſten ſtehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegoſaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf dieſe folgen dann ſpäter die rieſigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), ſchon im permiſchen Syſtem durch Zygoſaurus, ſpäter aber vorzüglich in der Trias durch Maſtodonſaurus, Trematoſaurus, Capitoſaurus u. ſ. w. vertreten. Dieſe furchtbaren Raubthiere ſcheinen in der Körperform zwiſchen den Krokodilen, Salamandern und Fröſchen in der Mitte geſtanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während ſie durch die feſte Panzerbedeckung mit ſtarken Knochentafeln den erſteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit ſcheinen dieſe gepanzerten Rieſenlurche ausgeſtorben zu ſein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Verſteinerungen von Panzerlurchen. Daß dieſe Unterklaſſe jedoch während deſſen noch lebte und niemals ganz ausſtarb, beweiſen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beſchuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweiſe des Regenwurms.

Die zweite Unterklaſſe der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entſtanden wahrſcheinlich ſchon während der primären oder ſekundären Zeit, obgleich wir foſſile Reſte derſelben erſt aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterſcheiden ſich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, ſchlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten ſich vermuthlich entwe-

Digitized by Google

der aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinſamer Wurzel mit dieſen. Die drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froſchlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung ſehr deutlich den hiſtoriſchen Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe. Die älteſten Formen ſind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der urſprünglichen Stammform der Nacktlurche ſtehen bleiben und einen langen Schwanz nebſt waſſerathmenden Kiemen beibehalten. Sie ſtehen am nächſten den Dipneuſten, von denen ſie ſich aber ſchon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterſcheiden. Die meiſten Kiemenlurche leben in Nordamerika; unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa iſt dieſe Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr ſehen können (ſ. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat ſich durch Verluſt der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unſer ſchwarzer, gelbgefleckter Landſalamander (Salamandra maculosa) und unſere flinken Waſſermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen (z. B. die nordamerikaniſchen Gattungen Amphiuma und Menopoma) haben noch die Kiemenſpalte beibehalten, trotzdem ſie die Kiemen ſelbſt verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen konſerviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben ſo ganz auf der Stufe der Kiemenlurche ſtehen, wenn man ſie nämlich zwingt, beſtändig im Waſſer zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzloſen oder Froſchlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphoſe nicht nur die Kiemen, durch welche ſie in früher Jugend (als ſogenannte „Kaulquappen") Waſſer athmen, ſondern auch den Schwanz, mit dem ſie herumſchwimmen. Sie durchlaufen alſo während ihrer Ontogenie den Entwickelungsgang der ganzen Unterklaſſe, indem ſie zuerſt Kiemenlurche, ſpäter Schwanzlurche, und zuletzt

Digitized by Google

Froſchlurche ſind. Offenbar ergiebt ſich daraus, daß die Froſchlurche ſich erſt ſpäter aus den Schwanzlurchen, wie dieſe ſelbſt aus den urſprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächſten Wirbelthierklaſſe, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine ſehr bedeutende Vervollkommnung in der ſtufenweiſe fortſchreitenden Organiſation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnaſen oder Amphirhinen, und namentlich die beiden großen Klaſſen der Fiſche und Lurche, ſtimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche ſie ſich von den drei noch übrigen Wirbelthierklaſſen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, ſehr weſentlich unterſcheiden. Bei dieſen letzteren bildet ſich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von ſeinem Nabel auswachſende beſondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwaſſer oder Amnionwaſſer gefüllt iſt, und in dieſem das Embryon oder den Keim blaſenförmig umſchließt. Wegen dieſer ſehr wichtigen und charakteriſtiſchen Bildung können wir jene drei höchſt entwickelten Wirbelthierklaſſen als Amnionthiere (Amniota) zuſammenfaſſen. Die vier ſoeben betrachteten Klaſſen der Paarnaſen dagegen, denen das Amnion, ebenſo wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnaſen und Schädelloſen) fehlt, können wir jenen als Amnionloſe (Anamnia) entgegenſetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche ſich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterſcheiden, iſt offenbar ein höchſt wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entſprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zuſammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche weſentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere beſtimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verluſt der Kiemen, deſſenwegen man ſchon früher die Amnioten als Kiemenloſe (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengeſetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden ſich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch

Digitized by Google

wenigſtens, wie bei Fröſchen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen geſtalten ſich im Laufe der Ontogenie zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere beſitzen im Gehörorgan eine ſogenannte „Schnecke" und ein dieſer entſprechendes „rundes Fenſter". Dieſe Theile fehlen dagegen den Amnionloſen. Bei dieſen letzteren liegt der Schädel des Embryon in der gradlinigen Fortſetzung der Wirbelſäule. Bei den Amnionthieren dagegen erſcheint die Schädelbaſis von der Bauchſeite her eingeknickt, ſo daß der Kopf auf die Bruſt herabſinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln ſich erſt bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge.

Wann fand nun im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte dieſer wichtige Vorgang ſtatt? Wann entwickelte ſich aus einem Zweige der Amnionloſen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinſame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf dieſe Frage geben uns die verſteinerten Wirbelthierreſte zwar keine ganz beſtimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit Ausnahme nämlich von zwei im permiſchen Syſteme gefundenen eidechſenähnlichen Thieren (dem Proterosaurus und Rhopalodon) gehören alle übrigen verſteinerten Reſte, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber iſt es noch zweifelhaft, ob ſie ſchon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht ſalamanderähnliche Amphibien ſind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollſtändig. Da wir nun von den entſcheidenden Merkmalen der Weichthiere gar Nichts wiſſen, ſo iſt es wohl möglich, daß der Proterosaurus und der Rhopalodon noch amnionloſe Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien ſtanden, vielleicht auch zu den Uebergangsformen zwiſchen beiden Klaſſen gehörten. Da aber andrerſeits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias verſteinert vorgefunden werden, ſo iſt es wohl

Digitized by Google

möglich, daß die Hauptklasse der Amnioten sich erst in der Triaszeit, im Beginn des mesolithischen Zeitalters, entwickelte. Wie wir schon früher sahen, ist offenbar gerade dieser Zeitraum einer der wichtigsten Wendepunkte in der organischen Erdgeschichte. An die Stelle der paläolithischen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbellosen Thiere traten wichtige Umgestaltungen ein: Aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten sich die gegliederten (Colocrina). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithischen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cystideen, Blastoideen, Trilobiten und andere charakteristische wirbellose Thiergruppen der Primärzeit waren so eben ausgestorben. Kein Wunder, wenn die umgestaltenden Anpassungsverhältnisse im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierstamm mächtig einwirkten, und die Entstehung der Amnionthiere veranlaßten.

Wenn man dagegen die beiden eidechsen- oder salamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den Proterosaurus und den Rhopalodon, als echte Reptilien, mithin als die ältesten Amnioten betrachtet, so würde die Entstehung dieser Hauptklasse bereits um eine Periode früher, gegen das Ende der Primärzeit fallen, in die permische Periode. Alle übrigen Reptilienreste aber, welche man früher im permischen, im Steinkohlensystem oder gar im devonischen Systeme gefunden zu haben glaubte, haben sich entweder nicht als Reptilienreste, oder als viel jüngeren Alters (meistens der Trias angehörig) herausgestellt. (Vergl. Taf. XIV.)

Die gemeinsame hypothetische Stammform aller Amnionthiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweise dem Proterosaurus nahe verwandt war, stand vermuthlich im Ganzen hinsichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwischen den Salamandern und Eidechsen. Ihre Nachkommenschaft spaltete sich schon frühzeitig in zwei verschiedene Linien, von denen die eine die

Digitized by Google

Hau | Paarnasen oder Amphirhinen mit Amnion, ohne Kiemen.

und | btilia.

des

	Vögel. Aves.	Säugethiere. Mammalia		
		Schnabelthiere. Monotrema	Beutelthiere. Marsupialia	Placentalthiere Placentalia
Cenolith oder Tertiaer-Zeit.		59. 60.		63. 64. 65. 65. 62.
Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter	58. 61. 39. 39.			
Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter.				
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.				

Ung- schleicher Hera- tauria.

Drachen Dino sauria.

Schnabel schleicher Anamo dontia.

er
ischer
m
ammes
ründet.

Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten.

V. Quartär-Zeit	0,5
IV. Tertiär-Zeit	2,3
III. Secundär-Zeit	11,5
II. Primär-Zeit	32,1
I. Primordial-Zeit	53,6
Summa	100,0

Druck v. Emil Bösch

Digitized by Google

gemeinsame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weitesten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klassen der Amnionthiere auf der tiefsten Bildungsstufe stehen und entfernen sich am wenigsten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden sie früher allgemein zu diesen gerechnet, obwohl sie in ihrer ganzen Organisation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt sind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Diese bilden aber nur noch einen schwachen Rest von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienschaar, welche während der mesolithischen oder Sekundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklassen beherrschte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Sekundärzeit ist so charakteristisch, daß wir diese danach eben so gut, wie nach den Gymnospermen, benennen konnten (S. 343). Von den 27 Unterordnungen, welche die nachstehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 12, und von den acht Ordnungen gehören vier ausschließlich der Sekundärzeit an. Diese mesolithischen Gruppen sind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen finden sich alle Ordnungen schon im Jura oder der Trias versteinert vor.

In der ersten Ordnung, den Stammreptilien oder Stammschleichern (Tocosauria), fassen wir die ausgestorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zusammen, welche wir als die gemeinsame Stammform der ganzen Klasse betrachten können. Zu diesen letzteren, welche wir als Urschleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweise der Proterosaurus des permischen Systems. Die sieben übrigen Ordnungen sind als divergente Zweige aufzufassen, welche sich aus jener gemeinsamen Stammform nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen sicher bekannten fossilen Reste von Tocosauriern, waren Eidechsen, welche den heute noch lebenden

Digitized by Google

Monitoren oder Warneidechſen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich geweſen zu ſein ſcheinen.

Unter den vier Schleicherordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche ſchon ſeit Beginn der Tertiärzeit allein die Klaſſe vertreten haben, ſchließen ſich die Eidechſen (Lacertilia) wahrſcheinlich am nächſten an die ausgeſtorbenen Stammreptilien an, beſonders durch die ſchon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechſenordnung hat ſich die Abtheilung der Schlangen (Ophidia) entwickelt, und zwar wahrſcheinlich erſt im Beginn der Tertiärzeit. Wenigſtens kennt man verſteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher ſind die Krokodile (Crocodilia) entſtanden, von denen die Teleoſaurier und Steneoſaurier maſſenhaft verſteinert ſchon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Alligatoren dagegen kommen erſt in den Kreide- und Tertiärſchichten foſſil vor. Am meiſten iſolirt unter den vier lebenden Reptilienordnungen ſteht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (Chelonia). Dieſe ſonderbaren Thiere kommen zuerſt verſteinert im Jura vor. Sie nähern ſich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Krokodilen, und durch gewiſſe Eigenthümlichkeiten ſogar den Vögeln, ſo daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien wahrſcheinlich tief unten an der Wurzel liegt. Höchſt auffallend iſt die außerordentliche Aehnlichkeit, welche ihre Embryonen ſelbſt noch in ſpäteren Stadien der Ontogeneſis mit denjenigen der Vögel zeigen (vergl. Taf. II und III).

Die vier ausgeſtorbenen Reptilienordnungen zeigen unter einander und mit den eben angeführten vier lebenden Ordnungen ſo mannichfaltige und verwickelte Verwandtſchaftsbeziehungen, daß wir bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniß noch gänzlich auf die Aufſtellung eines Stammbaums verzichten müſſen. Eine der abweichendſten und merkwürdigſten Formen bilden die berühmten Flugreptilien (Pterosauria); fliegende Eidechſen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Sekundärzeit wahr-

Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Ordnungen und 27 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen ſind ſchon während der Sekundärzeit ausgeſtorben).

Ordnungen der Reptilien	Unterordnungen der Reptilien	Syſtematiſcher Name der Unterordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. **Stammreptilien** **Tocosauria** †	1. Urſchleicher	1. Proreptilia	† (Proterosaurus?)
	2. Fachzähner	2. Thecodontia	† Palaeosaurus
II. **Eidechſen** **Lacertilia**	3. Spaltzüngler	3. Fissilingues	Monitor
	4. Dickzüngler	4. Crassilingues	Iguana
	5. Kurzzüngler	5. Brevilingues	Anguis
	6. Ringeleidechſen	6. Glyptodermata	Amphisbaena
	7. Chamaeleonen	7. Vermilingues	Chamaeleo
III. **Schlangen** **Ophidia**	8. Nattern	8. Aglyphodonta	Coluber
	9. Baumſchlangen	9. Opisthoglypha	Dipsas
	10. Giftnattern	10 Proteroglypha	Hydrophis
	11. Ottern	11. Solenoglypha	Vipera
	12. Wurmſchlangen	12. Opoterodonta	Typhlops
IV. **Crocodile** **Crocodilia**	13. Amphicoelen	13. Teleosauria	† Teleosaurus
	14. Opiſthocoelen	14. Steneosauria	† Steneosaurus
	15. Proſthocoelen	15. Alligatores	Alligator
V. **Schildkröten** **Chelonia**	16. Seeſchildkröten	16. Thalassita	Chelone
	17. Flußſchildkröten	17. Potamita	Trionyx
	18. Sumpfſchildkröten	18. Elodita	Emys
	19. Landſchildkröten	19. Chersita	Testudo
VI. **Flugreptilien** **Pterosauria** †	20. Langſchwänzige Flugeidechſen	20. Rhamphorhynchi	† Rhamphorhynchus
	21. Kurzſchwänzige Flugeidechſen	21. Pterodactyli	† Pterodactylus
VII. **Drachen** **Dinosauria** †	22. Rieſendrachen	22. Harpagosauria	† Megalosaurus
	23. Elephantendrachen	23. Therosauria	† Iguanodon
VIII. **Schnabelreptilien** **Anomödontia** †	24. Hundszähner	24. Cynodontia	† Dicynodon
	25. Fehlzähner	25. Cryptodontia	† Udenodon
	26. Känguruhſchleicher	26. Hypsosauria	† Compsognathus
	27. Vogelſchleicher	27. Tocornithes	† (Tocornis)

Digitized by Google

ſcheinlich in ähnlicher Weiſe umher, wie jetzt die Fledermäuſe. Die kleinſten Flugeidechſen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings. Die größten Pteroſaurier aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre verſteinerten Reſte, die langſchwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzſchwänzigen Pterodactylen, finden ſich zahlreich verſteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in dieſen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das meſolithiſche Zeitalter charakteriſtiſch war die Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Dieſe koloſſalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, ſind die größten Landbewohner, welche jemals unſer Erdball getragen hat. Sie lebten ausſchließlich in der Sekundärzeit. Die meiſten Reſte derſelben finden ſich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megaloſaurus von 20—30, Peloroſaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und ſpielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrſcheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenſo ſchwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart.

Vielleicht den Drachen nahe verwandt waren die ebenfalls längſt ausgeſtorbenen Schnabelreptilien (Anomodontia), von denen ſich viele merkwürdige Reſte in der Trias und im Jura finden. Die Kiefer waren bei ihnen, ähnlich wie bei den meiſten Flugreptilien und Schildkröten, zu einem Schnabel umgebildet, der entweder nur verkümmerte Zahnrudimente oder gar keine Zähne mehr trug. In dieſer Ordnung (wenn nicht in der vorhergehenden) müſſen wir die Stammeltern den Vögelklaſſe ſuchen, die wir mit dem Namen der Vogelreptilien (Tocornithes) bezeichnen können. Dieſen letzteren wahrſcheinlich ſehr nahe verwandt war der ſonderbare, kängurühnliche Kompſognathus aus dem Jura, der in ſehr wichtigen Charakteren bereits eine Annäherung an den Vogelkörperbau zeigt.

Digitized by Google

Die Klasse der Vögel (Aves) ist, wie schon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den Reptilien so nahe verwandt, daß sie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieser Klasse wirklich ihren Ursprung genommen hat. Wie Ihnen allein schon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, sind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der sie bereits sehr wesentlich von den Embryonen der Säugethiere verschieden erscheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterscheiden. Die Dotterfurchung ist bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die rothen Blutzellen der ersteren besitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln sich in anderer Weise, als die Federn der Vögel und die Schuppen der Reptilien. Der Unterkiefer der letzteren ist viel verwickelter zusammengesetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt diesen letzteren das Quadratbein der ersteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwischen dem Schädel und dem ersten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geschieht, sind diese dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verschmolzen. Man kann die beiden letzteren Klassen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als Monocondylia zusammenfassen und dieser die Säugethiere als Dicondylia gegenüber setzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erst während der mesolithischen Zeit, und zwar wahrscheinlich während der Triaszeit statt. Die ältesten fossilen Vogelreste sind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber schon in der Triaszeit lebten verschiedene Saurier (Anomodonten), die in mehrfacher Hinsicht den Uebergang von den Tocosauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetischen Tocornithen, zu bilden scheinen. Wahrscheinlich waren diese Tocornithen von anderen Schnabeleidechsen im Systeme kaum zu trennen, und namentlich dem känguruhartigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen nächst verwandt. Huxley stellt diesen letzteren zu den Dinosauriern, und glaubt, daß diese die nächsten Verwandten der Tocornithen seien.

Digitized by Google

Die große Mehrzahl der Vögel erscheint, trotz aller Mannichfaltigkeit in der Färbung des schönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchst einförmig organisirt, in ähnlicher Weise, wie die Insektenklasse. Den äußeren Existenzbedingungen hat sich die Vogelform auf das Vielfältigste angepaßt, ohne dabei irgend wesentlich von dem streng erblichen Typus der charakteristischen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerseits die federschwänzigen Vögel (Saururae), andrerseits die straußartigen (Ratitae), entfernen sich erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der kielbrüstigen (Carinatae), und demnach kann man die ganze Klasse in drei Unterklassen eintheilen.

Die erste Unterklasse, die reptilienschwänzigen oder federschwänzigen Vögel (Saururae) sind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollständigen fossilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteste und dabei sehr eigenthümliche Vogelversteinerung eine hohe Bedeutung beansprucht. Das ist der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erst in einem Exemplar in dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieser merkwürdige Vogel scheint im Ganzen Größe und Wuchs eines starken Raben gehabt zu haben, wie namentlich die wohl erhaltenen Beine zeigen; Kopf und Brust fehlen leider. Die Flügelbildung weicht schon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln ist der Schwanz sehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zusammengesetzt. Die letzten derselben sind zu einer dünnen, senkrecht stehenden Knochenplatte verwachsen, an welcher sich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig ansetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechsen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zusammengesetzt; und an jedem Wirbel sitzen zweizeilig ein paar starke Steuerfedern, so daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erscheint. Dieselbe Bildung der Schwanzwirbelsäule zeigt sich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, so daß offenbar der Schwanz der

Digitized by Google

Archäopteryx die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsenschwanz um die mittlere Sekundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerschwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Sekundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den federschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Sekundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden.

Die straußartigen oder büschelschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinosaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Kompsognathus. Jedenfalls ist die gemeinsame Stammform aller Vögel unter den ausgestorbenen Reptilien zu suchen.

Digitized by Google

Einundzwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

IV. Säugethiere.

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Decidnathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſektenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Meine Herren! Es giebt nur wenige Anſichten in der Syſtematik der Organismen, über welche die Naturforſcher von jeher einig geweſen ſind. Zu dieſen wenigen unbeſtrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierklaſſe an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieſes Privilegiums liegt theils in dem beſonderen Intereſſe, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menſchen darbieten; theils und noch mehr aber in dem Umſtande, daß der Menſch ſelbſt ein Glied dieſer Klaſſe iſt. Denn wie verſchiedenartig auch ſonſt die Stellung des Menſchen in der Natur und im Syſtem der Thiere beurtheilt worden iſt, niemals iſt je ein Naturforſcher darüber in Zweifel geweſen, daß der Menſch, mindeſtens rein morphologiſch betrachtet, zur Klaſſe der Säugethiere gehöre.

Digitized by Google

Daraus folgt aber für uns ohne Weiteres der höchst bedeutende Schluß, daß der Mensch auch seiner Blutsverwandtschaft nach ein Glied dieser Thierklasse ist, und aus längst ausgestorbenen Säugethierformen sich historisch entwickelt hat. Dieser Umstand allein schon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe, zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insektenfresser, Beutelthiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassifikation von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Insektenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassifikation der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese

Digitized by Google

Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wiſſenſchaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeſchichte als die beſte gilt, ſo laſſen Sie uns derſelben auch hier folgen.

Die erſte Unterklaſſe bilden die Kloakenthiere oder Bruſtloſen, auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie ſind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beſchränkt ſind: das wegen ſeines Vogelſchnabels ſehr bekannte Waſſerſchnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landſchnabelthier (Echidna hystrix). Dieſe beiden ſeltſamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (Ornithostoma) zuſammenfaßt, ſind offenbar die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Sekundärzeit allein die Säugethierklaſſe vertrat, und aus der ſich erſt ſpäter, wahrſcheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklaſſe, die Didelphien, entwickelte. Leider ſind uns von dieſer älteſten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammſäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine foſſilen Reſte mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweiſe die älteſten bekannten von allen verſteinerten Säugetbieren, namentlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Dieſe ſind in den oberſten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerſt (1847) in Deutſchland (bei Degerloch unweit Stuttgart), ſpäter auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne ſind neuerdings auch in der nordamerikaniſchen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beſchrieben. Dieſe merkwürdigen Zähne, aus deren charakteriſtiſcher Form man auf ein inſektenfreſſendes Säugethier ſchließen kann, ſind die einzigen Reſte von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Sekundärſchichten, in der Trias, gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer dieſen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeſchrieben werden, eigentlich Kloaken-

Digitized by Google

thieren an. Bei dem Mangel der charakteristischen Weichtheile läßt sich dies nicht sicher unterscheiden. Jedenfalls müssen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake versehene Gabelthiere vorausgegangen sein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Besitz sie sich von allen übrigen Säugethieren unterscheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinstimmen. Die Kloakenbildung besteht darin, daß der letzte Abschnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparates, d. h. der vereinigten Harn- und Geschlechtsorgane, aufnimmt, während diese bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien sowohl als Monodelphien) getrennt vom Mastdarm ausmünden. Jedoch ist auch bei diesen in der ersten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erst später (beim Menschen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere" hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüsselbeine mittelst des Brustbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenstück verwachsen sind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein" der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüsselbeine vorn völlig getrennt, und verwachsen nicht mit dem Brustbein. Ebenso sind die hinteren Schlüsselbeine oder Korakoidknochen bei den Gabelthieren viel stärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden sich mit dem Brustbein.

Auch in vielen anderen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geschlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, schließen sich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, so daß man sie selbst als eine besondere Klasse von diesen hat trennen wollen. Jedoch gebären sie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüse

Digitized by Google

entleert wird, fehlen dieſe den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, ſiebförmig durchlöcherten Hautſtelle hervor. Man kann ſie daher auch als Bruſtloſe oder Zitzenloſe (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden iſt, muß offenbar nicht als weſentliches Merkmal der ganzen Unterklaſſe der Kloakenthiere, ſondern als ein zufälliger Anpaſſungscharakter angeſehen werden, welcher die letzten Reſte der Klaſſe von der ausgeſtorbenen Hauptgruppe ebenſo unterſcheidet, wie die Bildung eines ebenfalls zahnloſen Rüſſels manche Zahnarme (z. B. die Ameiſenfreſſer) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten ausgeſtorbenen Stammſäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einſeitig ausgebildeten Aſt darſtellen, beſaßen wahrſcheinlich ein ſehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die ſich zunächſt aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterklaſſen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinſicht, ſowohl in anatomiſcher und embryologiſcher, als in genealogiſcher und hiſtoriſcher Beziehung, den Uebergang zwiſchen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieſer Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch dieſe Unterklaſſe, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Ausſterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derſelben ſind die letzten überlebenden Reſte einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Sekundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweiſe die Säugethierklaſſe vertrat. Wahrſcheinlich haben ſich die Beutelthiere um die Mitte der meſolithiſchen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der

Digitized by Google

Placentalthiere hervor, welcher die erſteren dann bald im Kampfe um's Daſein unterlagen. Alle foſſilen Reſte von Säugethieren, welche wir aus der Sekundärzeit kennen, gehören entweder ausſchließlich Beutelthieren oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals ſcheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet geweſen zu ſein. Selbſt in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reſte derſelben. Dagegen ſind die letzten Ausläufer der Unterklaſſe, welche jetzt noch leben, auf ein ſehr enges Verbreitungsgebiet beſchränkt, nämlich auf Neuholland, auf den auſtraliſchen und einen kleinen Theil des aſiatiſchen Archipelagus. Einige wenige Formen leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Feſtlande von Aſien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meiſten wohl entwickelten beutelförmigen Taſche (Marsupium), welche ſich an der Bauchſeite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieſer Beutel wird durch zwei charakteriſtiſche Beutelknochen geſtützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommnerer Geſtalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erſt, nachdem es einige Zeit im Beutel ſich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere ſchon gleich bei ſeiner Geburt beſitzt. Bei dem Rieſenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, iſt das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zolllang, und erreicht ſeine weſentliche Ausbildung erſt nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüſe feſtgeſaugt, hängen bleibt.

Die verſchiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als ſogenannte Familien in der Unterklaſſe der Beutelthiere unterſcheidet, verdienen eigentlich den Rang von ſelbſtſtändigen Ordnungen, da ſie ſich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebiſſes und der Gliedmaßen in ähnlicher Weiſe, wenn auch nicht ſo ſcharf, von einander

Digitized by Google

unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterklaſſen der Marſupialien und Placentalien ganz entſprechende oder analoge Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieſer Hinſicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung, liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Verſteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland rieſige verſteinerte Reſte von ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erſte Unterklaſſe der Säugethiere:

Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).

Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

I. Stamm-säuger **Promammalia**	Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere **Ornithostoma**	1. Waſſer-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklaſſe der Säugethiere:

Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).

Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere **Botanophaga**	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida.
IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere **Zoophaga**	5. Inſektenfreſſende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler)	6. Edentula	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

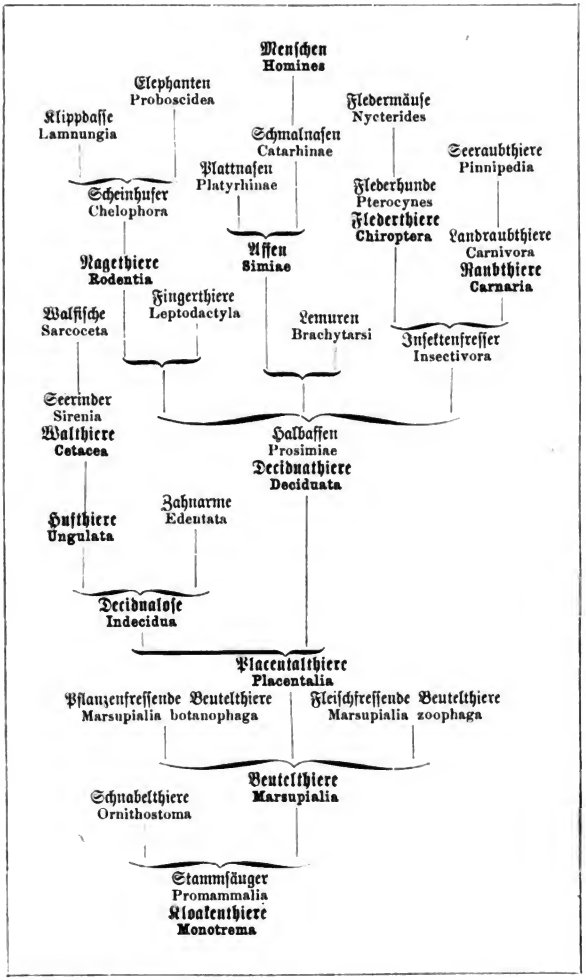
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht der Placentalthiere.

III. Dritte Unterklaſſe der Säugethiere:
Placentner oder Placentalthiere: Placentalia oder Monodelphia.
Säugethiere mit Kloake, mit Placenta, ohne Beutelknochen.

Legionen der Placentalthiere	Ordnungen der Placentalthiere	Unterordnungen der Placentalthiere	Syſtematiſcher Name der Unterordnungen
	III, 1. Indecidua. Placentalthiere ohne Decidua.		
V. Hufthiere Ungulata	I. Unpaarhufer *Perissodactyla*	1. Tapirartige	1. Tapiromorpha
		2. Pferdeartige	2. Solidungula
	II. Paarhufer *Artiodactyla*	3. Schweineartige	3. Choeromorpha
		4. Wiederkäuer	4. Ruminantia
VI. Walthiere Cetacea	III. Pflanzenwale *Phycoceta*	5. Seerinder	5. Sirenia
	IV. Fleiſchwale *Sarcoceta*	6. Walfiſche	6. Autoceta
		7. Zeuglodonten	7. Zeugloceta
VII. Zahnarme Edentata	V. Scharrthiere *Effodientia*	8. Ameiſenfreſſer	8. Vermilinguia
		9. Gürtelthiere	9. Cingulata
	VI. Faulthiere *Bradypoda*	10. Rieſenfaulthiere	10. Gravigrada
		11. Zwergfaulthiere	11. Tardigrada
	III, 2. Deciduata. Placentalthiere mit Decidua.		
VIII. Gürtelplacentner Zonoplacentalia	VII. Raubthiere *Carnaria*	12. Landraubthiere	12. Carnivora
		13. Seeraubthiere	13. Pinnipedia
	VIII. Scheinhufthiere *Chelophora*	14. Klippdaſſe	14. Lamnunguia
		15. Toxodonten	15 Toxodontia
		16. Dinotherien	16. Gonyognatha
		17. Elephanten	17. Proboscidea
IX. Scheibenplacentner Discoplacentalia	IX. Halbaffen *Prosimiae*	18. Fingerthiere	18. Leptodactyla
		19. Pelzflatterer	19. Ptenopleura
		20. Langfüßer	20. Macrotarsi
		21. Kurzfüßer	21. Brachytarsi
	X. Nagethiere *Rodentia*	22. Eichhornartige	22. Sciuromorpha
		23. Mäuſeartige	23. Myomorpha
		24. Stachelſchweinartige	24. Hystrichomorpha
		25. Haſenartige	25. Lagomorpha
	XI. Inſektenfreſſer *Insectivora*	26. Blinddarmträger	26. Menotyphla
		27. Blinddarmloſe	27. Lipotyphla
	XII. Flederthiere *Chiroptera*	28. Flederhunde	28. Pterocynes
		29. Fledermäuſe	29 Nycterides
	XIII. Affen *Simiae*	30. Krallenaffen	30. Arctopitheci
		31. Plattnaſen	31 Platyrrhinae
		32. Schmalnaſen	32. Catarrhinae

Digitized by Google



Digitized by Google

Diprotodon australis, dessen Schädel allein drei Fuß lang ist, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an schwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann diese ausgestorbene Gruppe, welche wahrscheinlich den riesigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entspricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Diesen sehr nahe steht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda). Sie entsprechen durch die sehr verkürzten Vorderbeine, die sehr verlängerten Hinterbeine und den sehr starken Schwanz, der als Springstange dient, den Springmäusen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern sie dagegen an die Pferde, und durch ihre zusammengesetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfressenden Beutelthieren entspricht durch ihr Gebiß den Nagethieren und durch ihre unterirdische Lebensweise noch besonders den Wühlmäusen. Wir können dieselben daher als Nagebeutler oder wurzelfressende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie sind gegenwärtig nur noch durch das australische Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfressenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefressenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweise und Gestalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entsprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marsupialien, die fleischfressenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteste von diesen ist die der Urbeutler oder insektenfressenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieser gehören wahrscheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterklasse. Wenigstens gehören alle stonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) insektenfressenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächsten Verwandten besitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithischen Urbeutler die Zahl der Zähne größer, als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterkiefer

Digitized by Google

hälfte von Thylacotherium 16 Zähne enthielt (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falſche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben ſo viel Zähne ſaßen, ſo hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt ſo viel als der Menſch. Die Urbeutler entſprechen im Ganzen den Inſektenfreſſern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die ſich wahrſcheinlich aus einem Zweige der erſteren entwickelt hat, ſind die Rüſſelbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüſſelförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demſelben entſprechende Lebensweiſe an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbeſondere an die Ameiſenfreſſer, erinnern. Andrerſeits entſprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweiſe und Bildung des Gebiſſes den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, iſt er doch ein Zwerg gegen die ausgeſtorbenen Beutellöwen Auſtraliens (Thylacoleo), welche mindeſtens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge beſaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche ſowohl in Auſtralien als in Amerika leben. Sie finden ſich häufig in zoologiſchen Gärten, namentlich verſchiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buſchratten oder Opoſſum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengeſetzt werden, wie bei einer Hand, und ſie ſchließen ſich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Proſimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß dieſe letzteren wirklich den Handbeutlern nächſtverwandt ſind und aus längſt ausgeſtorbenen Vorfahren derſelben ſich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelthiere iſt ſehr ſchwierig zu errathen, vorzüglich deshalb, weil wir die ganze Unterklaſſe nur höchſt unvoll-

Digitized by Google

ſtändig kennen, und die jetzt lebenden Marſupialien offenbar nur die letzten Reſte des früheren Formenreichthums darſtellen. Vielleicht haben ſich die Handbeutler, Raubbeutler und Rüſſelbeutler als drei divergente Aeſte aus der gemeinſamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weiſe ſind vielleicht andrerſeits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinſamen pflanzenfreſſenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler können zwei divergente Aeſte der gemeinſamen Stammformen aller Beutelthiere ſein, der Stammbeutler (Prodidelphia), welche während der älteren Sekundärzeit aus den Kloakenthieren entſtanden.

Die dritte und letzte Unterklaſſe der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (Monodelphia oder Placentalia). Sie iſt bei weitem die wichtigſte, umfangreichſte und vollkommenſte von den drei Unterklaſſen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausſchluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Menſch gehört dieſer Unterklaſſe an und hat ſich aus niederen Stufen derſelben entwickelt.

Die Placentalthiere unterſcheiden ſich, wie ihr Name ſagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Beſitz eines ſogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das iſt ein ſehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe ſich entwickelnden Jungen eine höchſt wichtige Rolle ſpielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) iſt ein weicher, ſchwammiger, rother Körper von ſehr verſchiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen beſteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustauſch des ernährenden Blutes zwiſchen dem mütterlichen Furchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryon (ſ. oben S. 266). Weder bei den Beutelthieren, noch bei den Schnabelthieren iſt dieſes höchſt wichtige Organ entwickelt. Von dieſen beiden Unterklaſſen unterſcheiden ſich aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere

Digitized by Google

Eigenthümlichkeiten, ſo namentlich durch den Mangel der Beutelknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geſchlechtsorgane und durch die vollkommnere Entwickelung des Gehirns, namentlich des ſogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (corpus callosum), welcher als mittlere Commiſſur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortſatz des Unterkiefers, welcher die Beutelthiere auszeichnet. Wie in dieſen anatomiſchen Beziehungen die Beutelthiere zwiſchen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte ſtehen, wird Ihnen am beſten durch nachfolgende Zuſammenſtellung der wichtigſten Charaktere der drei Unterklaſſen klar werden.

Drei Unterklaſſen der Säugethiere	Kloakenthiere **Monotrema** oder **Ornithodelphia**	Beutelthiere **Marsupialia** oder **Didelphia**	Placentalthiere **Placentalia** oder **Monodelphia**
1. Kloakenbildung	bleibend	embryonal	embryonal
2. Zitzen der Bruſtdrüſe oder Milchwarzen	fehlend	vorhanden	vorhanden
3. Vordere Schlüſſelbeine oder Claviculae in der Mitte mit dem Bruſtbein zu einem Gabelbein verwachſen	verwachſen	nicht verwachſen	nicht verwachſen
4. Beutelknochen	vorhanden	vorhanden	fehlend
5. Schwielenkörper des Gehirns	nicht entwickelt	nicht entwickelt	ſtark entwickelt
6. Placenta oder Mutterkuchen	fehlend	fehlend	vorhanden

Die Placentalthiere ſind in weit höherem Maaße mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beutelthiere, und man hat daher dieſelben längſt in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die ſich hauptſächlich durch die Bildung des Gebiſſes und der Füße unterſcheiden. Noch wichtiger aber, als dieſe, iſt die verſchiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zuſammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter. Bei den niederen drei Hauptordnungen der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren, Walthieren und Zahnarmen, entwickelt ſich zwiſchen dem mütterlichen und kindlichen

Digitized by Google

Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche ſchwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Dieſe findet ſich ausſchließlich bei den ſieben höher ſtehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können dieſe letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Dieſen ſtehen die drei erſtgenannten Legionen als Decidualoſe (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterſcheidet ſich bei den verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverſchiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Abweſenheit einer Decidua verbunden ſind, ſondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens ſelbſt. Bei den Indeciduen beſteht derſelbe meiſtens aus zahlreichen einzelnen, zerſtreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher dieſe Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen ſind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zuſammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieſer erſcheint in zweierlei verſchiedener Geſtalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geſchloſſenen Gürtels oder Ringes, ſo daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblaſe von Zotten frei bleiben. Das iſt der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhufern (Chelophora), die man deshalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zuſammenfaſſen kann. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Menſch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen ſie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das ſind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Inſektenfreſſer, Fledermäuſe und Affen, von welchen letzteren auch der Menſch im zoologiſchen Syſteme nicht zu trennen iſt.

Daß die Placentalthiere erſt aus den Beutelthieren ſich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte als ganz ſicher angeſehen werden, und wahrſcheinlich fand dieſe höchſt wichtige Entwickelung, die erſte Entſtehung der Placenta, erſt im Beginn der Tertiärzeit, während der Eocen-Periode,

Digitized by Google

ſtatt. Dagegen gehört zu den ſchwierigſten Fragen der thieriſchen Genealogie die wichtige Unterſuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entſtanden ſind, mit anderen Worten, ob die Entſtehung der Placenta einmal oder mehrmal ſtatt hatte. Als ich in meiner generellen Morphologie zum erſten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen verſuchte, zog ich auch hier, wie meiſtens, die monophyletiſche oder einwurzelige Deſcendenzhypotheſe der polyphyletiſchen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beutelthierform abſtammten, die zum erſten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Billiplacentalien, Zonoplacentalien und Diſcoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeſte jener gemeinſamen placentalen Stammform aufzufaſſen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, ſich erſt ſpäter aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerſeits unmittelbar aus den Beutlern entſtanden ſeien. Jedoch giebt es andrerſeits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verſchiedene Placentnergruppen aus mehreren verſchiedenen Beutlergruppen entſtanden ſeien, daß alſo die Placenta ſelbſt ſich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies iſt unter anderen die Anſicht des ausgezeichnetſten engliſchen Zoologen, Huxley's. In dieſem Falle wären zunächſt als zwei ganz getrennte Gruppen die Indeciduen und Deciduaten aufzufaſſen. Von den Indeciduen wäre möglicherweiſe die Ordnung der Huftiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfreſſenden Hufbeutlern oder Barypoden entſtanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinſame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entſtanden ſein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten ſelbſt wieder aus mehreren verſchiedenen Beutler-Ordnungen entſtanden ſeien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. ſ. w. Da wir zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial beſitzen, um dieſe äußerſt ſchwierige

Digitized by Google

Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Die wichtigste und umfangreichste Gruppe unter den Decidualosen oder Zottenplacentnern bildet die Ordnung der Hufthiere (Ungulata), aus welcher sich die Ordnung der Walthiere wahrscheinlich erst später durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt hat. Ganz dunkel ist gegenwärtig noch der Ursprung der Zahnarmen oder Edentaten.

Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1. die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2. die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3. die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste zusammenhängen. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen, Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren ver-

Digitized by Google

bunden. Wir müssen daher zunächst als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterscheiden, welche sich als zwei divergente Aeste aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel stärker als die übrigen entwickelt ist, so daß sie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächst die uralte gemeinsame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Prochela), welche schon in den ältesten eocenen Schichten versteinert vorkommen (Lophiodon, Coryphoden, Pliolophus). An diese schließt sich unmittelbar derjenige Zweig derselben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer ist, die Paläotherien, welche fossil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben sich später als zwei divergente Zweige einerseits die Nashörner (Nasicornia) und Nashornpferde (Elasmotherida), andrerseits die Tapire, Lamatapire und Urpferde entwickelt. Die längst ausgestorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden schon ganz nahe stehen.

Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich stark entwickelt sind, so daß die Theilungsebene zwischen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächst der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinsame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (Dichobune etc.). Aus den Anoplotheriden entsprangen als zwei divergente Zweige einerseits die Urschweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen

Digitized by Google

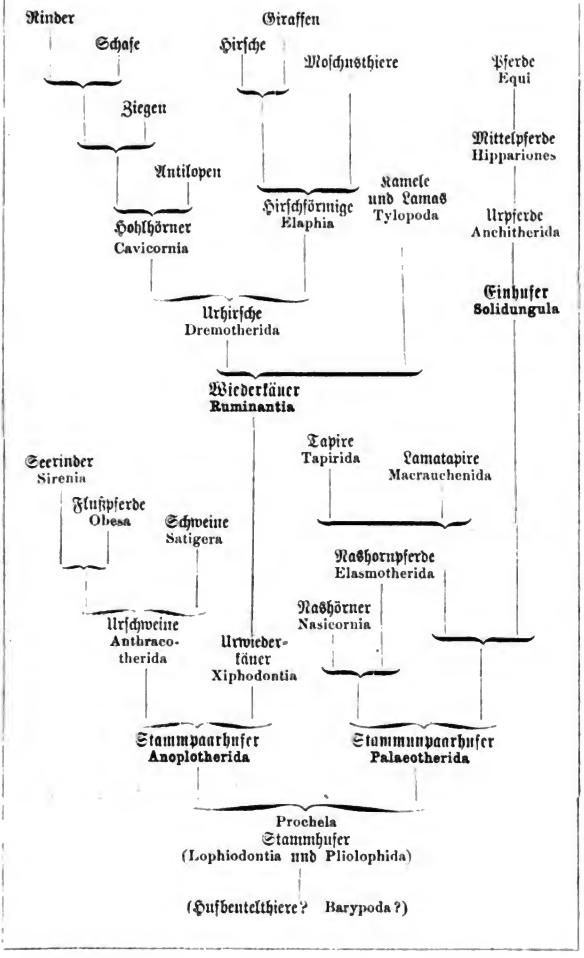
Syſtematiſche Ueberſicht

der Sectionen und Familien der Hufthiere oder Ungulaten.

(N B. Die ausgeſtorbenen Familien ſind durch ein † bezeichnet.)

Ordnungen der Hufthiere	Sektionen der Hufthiere	Familien der Hufthiere	Syſtematiſcher Name der Familien
I. Unpaarzehige Hufthiere Ungulata perissodactyla	I. Stammhufer † *Prochela*	1. Lophiodonten	1. Lophiodontia †
		2. Pliolophiden	2. Pliolophida †
	II. Tapirförmige *Tapiromorpha*	3. Stammunpaarhufer	3. Palaeotherida †
		4. Lamatapire	4. Macrauchenida †
		5. Tapire	5. Tapirida
		6. Nashörner	6. Nasicornia
		7. Nashornpferde	7. Elasmotherida †
	III. Einhufer *Solidungula*	8. Urpferde	8. Anchitherida †
		9. Pferde	9. Equina
II. Paarzehige Hufthiere Ungulata artiodactyla	IV. Schweineförmige *Choeromorpha*	10. Stammpaarhufer	10. Anoplotherida †
		11. Urſchweine	11. Anthracotherida †
		12. Schweine	12. Setigera
		13. Flußpferde	13. Obesa
		14. Urwiederkäuer	14. Xiphodontia †
	V. Wiederkäuer *Ruminantia* — A. Hirſchförmige *Elaphia* — a.	15. Urhirſche	15. Dremotherida †
		16. Scheinmoſchusthiere	16. Tragulida
	A. Hirſchförmige *Elaphia* — b.	17. Moſchusthiere	17. Moschida
		18. Hirſche	18. Cervina
	A. Hirſchförmige *Elaphia* — c.	19. Urgiraffen	19. Sivatherida †
		20. Giraffen	20. Devexa
	B. Hohlhörner *Cavicornia* — d.	21. Urgazellen	21. Antilocaprina †
		22. Gazellen	22. Antilopina
	B. Hohlhörner *Cavicornia* — e.	23. Ziegen	23. Caprina
		24. Schafe	24. Ovina
		25. Rinder	25. Bovina
	C. Schwielenfüßer *Tylopoda*	26. Lamas	26. Auchenida
		27. Kamele	27. Camelida

Digitized by Google


Rinder
Giraffen
Schafe
Hirsche
Moschusthiere
Pferde
Equi
Ziegen
Mittelpferde
Hipparione
Antilopen
Kamele
und Lamas
Tylopoda
Hirschförmige
Elaphia
Urpferde
Anchitherida
Hohlhörner
Cavicornia
Einhufer
Solidungula
Urhirsche
Dremotherida
Wiederkäuer
Ruminantia
Tapire
Tapirida
Seekinder
Sirenia
Lamatapire
Macrauchenida
Flußpferde
Obesa
Schweine
Satigera
Nashornpferde
Elasmotherida
Nashörner
Nasicornia
Urschweine
Anthraco-
therida
Urwieder-
käuer
Xiphodontia
Stammpaarhufer
Anoplotherida
Stammunpaarhufer
Palaeotherida
Prochela
Stammhufer
(Lophiodontia und Pliolophida)
(Hufbeutelthiere? Barypoda?)

und Flußpferden, andrerſeits die Xiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die älteſten Wiederkäuer (Ruminantia) ſind die Urhirſche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirſchförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) ſich entwickelt haben. Doch ſind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie ſich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieſer genealogiſchen Hypotheſe entſprechend gruppiren, zeigt Ihnen vorſtehende ſyſtematiſche Ueberſicht (S. 554).

Aus Hufthieren, welche ſich an das ausſchließliche Leben im Waſſer gewöhnten, und dadurch fiſchähnlich umbildeten, iſt wahrſcheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entſprungen. Obwohl dieſe Thiere äußerlich manchen echten Fiſchen ſehr ähnlich erſcheinen, ſind ſie dennoch, wie ſchon Ariſtoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren geſammten inneren Bau, ſofern derſelbe nicht durch Anpaſſung an das Waſſerleben verändert iſt, ſtehen ſie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächſten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es iſt demnach das wahrſcheinlichſte, daß die ausgeſtorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächſten ſtanden, und ſich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flußpferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfreſſenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrſcheinlich die Stammformen der Legion enthält, ſcheint ſich ſpäterhin die andere Ordnung der fleiſchfreſſenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt zu haben. Doch nimmt Huxley an, daß dieſe letzteren ganz anderen Urſprungs und aus den Raubthieren (zunächſt aus den Pinnipedien) entſtanden ſeien. Als Uebergangsformen zwiſchen Beiden betrachtet derſelbe die ausgeſtorbenen rieſigen Zeuglodonten (Zeugloceta), deren foſſile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeſchlangen" (Hydrarchus) großes Auf-

Digitized by Google

ſehen erregten. Aus dieſen ſollen erſt ſpäter die eigentlichen Walfiſche (Autoceta) entſtanden ſein, zu denen außer den coloſſen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeſchweine u. ſ. w. gehören.

Die dritte und letzte Legion der Indeciduen oder Sparſiplacentalien bildet die ſeltſame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie iſt aus den beiden, wahrſcheinlich nicht nahe verwandten Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zuſammengeſetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodientia) beſteht aus den beiden Unterordnungen der Ameiſenfreſſer (Vermilinguia), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die rieſigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) beſteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgeſtorbenen ſchwerfälligen Rieſenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren verſteinerten Reſte dieſer coloſſalen Pflanzenfreſſer deuten darauf hin, daß die ganze Legion im Ausſterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Reſt von den gewaltigen Edentaten der Diluvialzeit ſind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgeſtorbenen Rieſenformen, die ſich neben jenen in demſelben Erdtheil finden, machten auf Darwin bei ſeinem erſten Beſuche Südamerikas einen ſolchen Eindruck, daß ſie ſchon damals den Grundgedanken der Deſcendenztheorie in ihm anregten (ſ. oben S. 119). Uebrigens iſt die Genealogie gerade dieſer Legion ſehr ſchwierig. Die Faulthiere ſind nach neueren Unterſuchungen Discoplacentalien, und den Halbaffen nächſt verwandt.

Wir verlaſſen nun die erſte Hauptgruppe der Placentner, die Decidualoſen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche ſich von jenen ſo weſentlich durch den Beſitz einer hinfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterſcheiden. Hier begegnen wir zuerſt einer ſehr merkwürdigen kleinen Thiergruppe, welche zum größten Theile ausgeſtorben iſt, und zu welcher wahrſcheinlich die alttertiären (oder

Digitized by Google

eocenen) Vorfahren des Menschen gehört haben. Das sind die Halbaffen oder Lemuren (Prosimiae). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von der uralten Placentnergruppe, die wir als die gemeinsame Stammform aller Deciduathiere zu betrachten haben. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete, vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhufer) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den noch heute lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibsel der Pleuopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus) bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insektenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Bra-

Digitized by Google

chytarsi) vermitteln den Anſchluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langſchwänzigen Maki (Lemur), und die kurzſchwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren ſich den vermuthlichen Vorfahren des Menſchen unter den Halbaffen ſehr nahe anzuſchließen ſcheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerſtreut auf den Inſeln des ſüdlichen Aſiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikaniſchen Feſtlande. Kein Halbaffe iſt bisher lebend oder foſſil in Amerika gefunden. Alle führen eine einſame, nächtliche Lebensweiſe und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Unter den ſechs übrigen Deciduaten-Ordnungen, welche wahrſcheinlich alle von längſt ausgeſtorbenen Halbaffen abſtammen, iſt auf der niedrigſten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) ſtehen geblieben. Unter dieſen ſtehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächſten. Aus dieſer Stammgruppe haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuſeartigen (Myomorpha) und die Stachelſchweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myoxiden, dieſe durch eocene Pſammoryctiden unmittelbar mit den Eichhornartigen zuſammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Haſenartigen (Lagomorpha), haben ſich wohl erſt ſpäter aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere ſchließt ſich ſehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von dieſen leben heutzutage nur noch zwei, in Aſien und Afrika einheimiſche Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdaſſe (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten geſtellt, mit denen ſie in der Hufbildung der Füße übereinſtimmen. Allein eine gleiche Umbildung der urſprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet ſich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter dieſen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausſchließlich Südamerika bewohnen, finden ſich neben kleineren Thieren (z. B. Meerſchweinchen und Goldhaſen) auch die größten aller Nagethiere,

Digitized by Google

die gegen vier Fuß langen Waſſerſchweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdaſſe, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern ſehr ähnlich ſind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine beſondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren geſtellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man ſie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer beſonderen Ordnung, welche man Rüſſelthiere (Proboscidea) nannte. Nun ſtimmen aber die Elephanten und Klippdaſſe merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen ſich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Dieſe letzteren beſitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten ſind. Allerdings iſt die Placenta derſelben nicht ſcheibenförmig, ſondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es iſt leicht möglich, daß ſich die gürtelförmige Placenta erſt ſekundär aus der ſcheibenförmigen entwickelt hat. In dieſem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Inſektenfreſſer ſich entwickelt haben. Jedenfalls ſtehen die Elephanten und die Klippdaſſe auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. ſ. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgeſtorbene Formen, namentlich die merkwürdigen ſüdamerikaniſchen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwiſchen Elephanten und Nagethieren in der Mitte ſtehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdaſſe nur die letzten Ausläufer von einer einſtmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, wird nicht allein durch die ſehr zahlreichen verſteinerten Arten von Elephant und Maſtodon bewieſen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten ſind), ſondern auch durch die merkwürdigen miocenen Dinotherien (Gonyognatha), zwiſchen denen und den nächſtverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten ver-

Digitized by Google

bindenden Zwiſchenformen liegen muß. Alles zuſammengenommen iſt heutzutage die wahrſcheinlichſte von allen Hypotheſen, die man ſich über die Entſtehung und die Verwandtſchaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdaſſe bilden kann, daß dieſelben die letzten Ueberbleibſel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern ſind, die ſich aus den Nagethieren, und zwar wahrſcheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Inſektenfreſſer (Insectivora) iſt eine ſehr alte Gruppe, welche der gemeinſamen ausgeſtorbenen Stammform der Deciduaten, und alſo auch den heutigen Halbaffen, nächſtverwandt iſt. Sie hat ſich wahrſcheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe ſtanden. Sie ſpaltet ſich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von dieſen ſind die älteren wahrſcheinlich die Menotyphlen, welche ſich durch den Beſitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterſcheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inſeln und die ſpringenden Makroſcelides Afrikas. Die Lipotyphlen ſind bei uns durch die Spitzmäuſe, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweiſe ſchließen ſich die Inſektenfreſſer mehr den Raubthieren, durch die ſcheibenförmige Placenta und die großen Samenblaſen dagegen mehr den Nagethieren an.

Wahrſcheinlich aus einem längſt ausgeſtorbenen Zweige der Inſektenfreſſer hat ſich ſchon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (Carnaria) entwickelt. Das iſt eine ſehr formenreiche, aber doch ſehr einheitlich organiſirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweiſe die Scheinhufer oder Chelophoren dieſe Bezeichnung verdienen. Da aber dieſe letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt ſind, haben wir ſie ſchon dort beſprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich ſehr verſchiedene, aber innerlich nächſtverwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bä-

Digitized by Google

ren, Hunde, Katzen u. ſ. w., deren Stammbaum ſich mit Hülfe vieler ausgeſtorbener Zwiſchenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümlich angepaßte Seitenlinie die Walroſſe oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren ſehr unähnlich erſcheinen, ſind ſie denſelben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächſt verwandt und offenbar aus einem Zweige derſelben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fiſchottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpaſſung an das Leben im Waſſer robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der erſteren die Ruderfloſſen der Seeraubthiere entſtanden ſind. Die letzteren verhalten ſich demnach zu den erſteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weiſe wie das Flußpferd noch heute zwiſchen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte ſteht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwiſchenſtufe zwiſchen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgeſtaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpaſſung an ganz verſchiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwiſchen vermocht.

Nach der vorher erwähnten Anſicht von Huxley würden übrigens bloß die pflanzenfreſſenden Walthiere (Sirenia) von den Hufthieren abſtammen, die fleiſchfreſſenden Cetaceen (Sarcoceta) dagegen von den Seeraubthieren; zwiſchen den beiden letzteren ſollen die Zeuglodonten einen Uebergang herſtellen. In dieſem Falle würde aber die ſehr nahe anatomiſche Verwandtſchaft zwiſchen den pflanzenfreſſenden und fleiſchfreſſenden Cetaceen ſchwer zu begreifen ſein. Die ſonderbaren Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich beide Gruppen von den übri-

Digitized by Google

gen Säugethieren im inneren und äußeren Bau so auffallend unterscheiden, würden dann bloß als Analogien (durch gleichartige Anpassung bedingt), nicht als Homologien (von einer gemeinsamen Stammform vererbt) aufzufassen sein. Das letztere kommt mir aber wahrscheinlicher vor, und daher habe ich auch alle Cetaceen als eine stammverwandte Gruppe unter den Decidualosen stehen lassen.

Ebenso wie die Raubthiere, steht den Insektenfressern sehr nahe die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich wahrscheinlich die insektenfressenden oder Fledermäuse (Nycterides) erst später aus den früchtefressenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

Digitized by Google

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

Digitized by Google

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernikus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernikus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernikus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt[25]).

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objektivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

Digitized by Google

kurze Zeit wenigstens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorstellungen über die „Schöpfung des Menschen" zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzustreifen, welche uns über diesen Punkt schon in frühester Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dies nicht thun, können Sie nicht objektiv das Gewicht der wissenschaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thierische Abstammung des Menschen, für seine Entstehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts besseres thun, als mit Huxley uns vorzustellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wissenschaftlichen Weltreise auf die Erde gekommen wären, und da ein sonderbares zweibeiniges Säugethier, Mensch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um dasselbe zoologisch zu untersuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen desselben, in verschiedenem Alter und aus verschiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde gesammelten Thieren, in ein großes Faß mit Weingeist gepackt, und nähmen nun nach unserer Rückkehr auf den heimischen Planeten ganz objektiv die vergleichende Anatomie aller dieser erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein persönliches Interesse an dem, von uns selbst gänzlich verschiedenen Menschen hätten, so würden wir ihn ebenso unbefangen und objektiv wie die übrigen Thiere der Erde untersuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns selbstverständlich zunächst aller Ansichten und Muthmaßungen über die Natur seiner Seele enthalten oder über die geistige Seite seines Wesens, wie man es gewöhnlich nennt. Wir beschäftigen uns vielmehr zunächst nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffassung derselben, welche uns durch die Entwickelungsgeschichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müssen wir hier zunächst, um die Stellung des Menschen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu bestimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Systems in die Hand nehmen. Wir müssen möglichst scharf und genau die Stellung zu bestimmen suchen, welche dem Menschen im natürlichen System der

Digitized by Google

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Deſcendenztheorie richtig iſt, aus der Stellung im Syſtem wiederum auf die wirkliche Stammverwandtſchaft zurückſchließen und den Grad der Blutsverwandtſchaft beſtimmen, durch welchen der Menſch mit den menſchenähnlichen Thieren zuſammenhängt. Der hypothetiſche Stammbaum des Menſchengeſchlechts wird ſich uns dann als das Endreſultat dieſer vergleichend-anatomiſchen und ſyſtematiſchen Unterſuchung ganz von ſelbſt ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menſchen in dem natürlichen Syſtem der Thiere aufſuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beſchäftigten, ſo tritt Ihnen zunächſt die unumſtößliche Thatſache entgegen, daß der Menſch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich alle Wirbelthiere ſo auffallend von allen Wirbelloſen unterſcheiden, beſitzt auch der Menſch. Eben ſo wenig iſt es jemals zweifelhaft geweſen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugethiere dem Menſchen am nächſten ſtehen, und daß er alle charakteriſtiſchen Merkmale beſitzt, durch welche ſich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verſchiedenen Hauptgruppen oder Unterklaſſen der Säugethiere in's Auge faſſen, deren gegenſeitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, ſo kann nicht der geringſte Zweifel darüber obwalten, daß der Menſch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche ſich dieſe von den Beutelthieren und von den Kloakenthieren unterſcheiden. Endlich iſt von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, die Gruppe der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menſchen umfaßt. Denn der menſchliche Embryo entwickelt ſich mit einer echten Decidua, und unterſcheidet ſich dadurch weſentlich von allen Decidualoſen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Legionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und

Digitized by Google

Scheinhufer) und die Discoplacentalien mit ſcheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterſchieden. Der Menſch beſitzt eine ſcheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun alſo zunächſt die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Menſch in dieſer Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterſchieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Inſektenfreſſer; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, ſteht von dieſen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menſchen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann ſich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im Syſtem der Säugethiere den Menſchen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derſelben als Vertreter einer beſonderen ſechſten Ordnung der Discoplacentalien betrachten ſoll.

Linné vereinigte in ſeinem Syſtem den Menſchen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäuſen in einer und derſelben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichſam die höchſten Würdenträger des Thierreichs. Der Göttinger Anatom Blumenbach dagegen trennte den Menſchen als eine beſondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegenſetzte. Dieſe Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeiſten folgenden Zoologen angenommen. Erſt 1863 zeigte Huxley in ſeinen vortrefflichen „Zeugniſſen für die Stellung des Menſchen in der Natur“[26], daß dieſelbe auf falſchen Anſichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) eben ſo gut „Zweihänder“ ſind, wie der Menſch ſelbſt. Der Unterſchied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der phyſiologiſchen Eigenthümlichkeit, daß die erſte Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenſtellbar iſt, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerſtämme, welche die erſte oder

Digitized by Google

große Zehe den vier übrigen am Fuße ebenſo gegenüber ſtellen können, wie an der Hand. Sie können alſo ihren „Greiffuß“ ebenſo gut als eine ſogenannte „Hinterhand“ benutzen, wie die Affen. Die chineſiſchen Bootsleute rudern, die bengaliſchen Handwerker weben mit dieſer Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe beſonders ſtark und frei beweglich iſt, umfaſſen damit die Zweige, wenn ſie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen“ Affen. Ja ſelbſt die neugeborenen Kinder der höchſtentwickelten Menſchenraſſen greifen in den erſten Monaten ihres Lebens noch eben ſo geſchickt mit der „Hinterhand“, wie mit der „Vorderhand“, und halten einen hingereichten Löffel ebenſo feſt mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenziren ſich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß ſchon ganz ähnlich wie beim Menſchen (vergl. Taf. IV, S. 363).

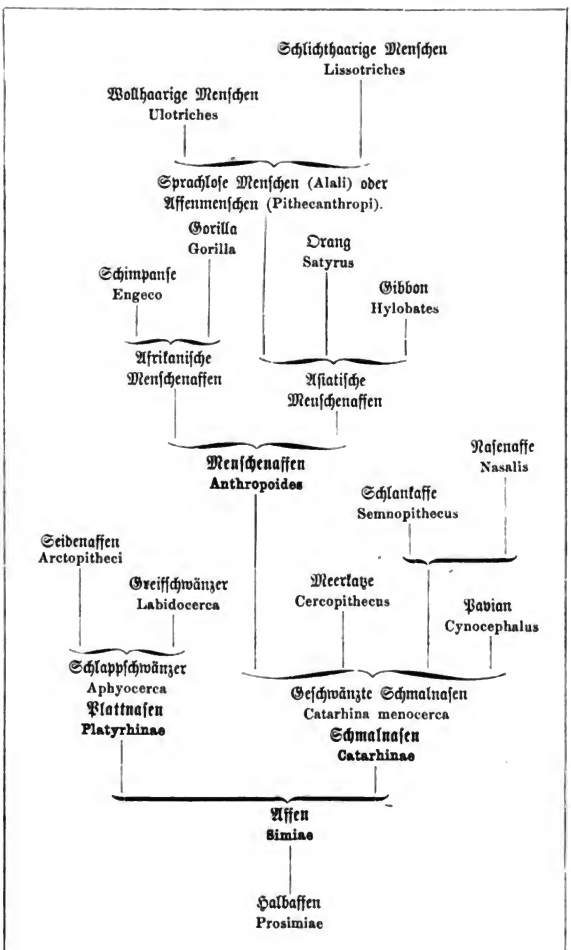
Der weſentliche Unterſchied von Hand und Fuß iſt alſo nicht ein phyſiologiſcher, ſondern ein morphologiſcher, und iſt durch den charakteriſtiſchen Bau des knöchernen Skelets und der ſich daran anſetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen ſind weſentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und den Fuß bewegen drei beſondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen dieſen Beziehungen verhalten ſich die Affen und Halbaffen genau ſo wie der Menſch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menſchen von den erſteren als eine beſondere Ordnung auf Grund ſeiner ſtärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenſo verhält es ſich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa verſuchen wollte, den Menſchen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen ohne Ausnahme ſind die Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den höheren Affen geringer, als die entſprechenden Unterſchiede zwiſchen den höheren und den niederen Affen.

Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht
der Familien und Gattungen der Affen.

Sektionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Syſtematiſcher Name der Genera
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnaſige Affen (Platyrhinae).			
A. Platyrhinen mit Krallen Arctopitheci	I. Seidenaffen *Hapalida*	1. Pinſelaffe	1. Midas
		2. Löwenaffe	2. Jacchus
B. Platyrhinen mit Kuppennägeln Dysmopitheci	II. Plattnaſen mit Schlappſchwanz *Aphyocerca*	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix
		4. Springaffe	4. Callithrix
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus
		6. Schweifaffe	6. Pithecia
	III. Plattnaſen mit Greifſchwanz *Labidocerca*	7. Rollaffe	7. Cebus
		8. Klammeraffe	8. Ateles
		9. Wollaffe	9. Lagothrix
		10. Brüllaffe	10. Mycetes
II. Affen der alten Welt (Heopitheci) oder ſchmalnaſige Affen (Catarhinae).			
C. Geſchwänzte Katarhinen Menocerca	IV. Geſchwänzte Katarhinen mit Backentaſchen *Ascoparea*	11. Pavian	11. Cynocephalus
		12. Makako	12. Inuus
		13. Meerkatze	13. Cercopithecus
	V. Geſchwänzte Katarhinen ohne Backentaſchen *Anasca*	14. Schlankaffe	14. Semnopithecus
		15. Stummelaffe	15. Colobus
		16. Naſenaffe	16. Nasalis
D. Schwanzloſe Katarhinen Lipocerca	VI. Menſchenaffen *Anthropoides*	17. Gibbon	17. Hylobates
		18. Orang	18. Satyrus
		19. Schimpanſe	19. Engeco
		20. Gorilla	20. Gorilla
	VII. Menſchen *Erecti (Anthropi)*	21. Affenmenſch oder ſprachloſer Menſch	21. Pithecanthropus (Alalus)
		22. Sprechender Menſch	22. Homo

Digitized by Google


Schlichthaarige Menſchen
Lissotriches
Wollhaarige Menſchen
Ulotriches
Sprachloſe Menſchen (Alali) oder
Affenmenſchen (Pithecanthropi).
Gorilla
Gorilla
Orang
Satyrus
Schimpanſe
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikaniſche
Menſchenaffen
Aſiatiſche
Menſchenaffen
Menſchenaffen
Anthropoides
Naſenaffe
Nasalis
Schlankaffe
Semnopithecus
Seidenaffen
Arctopitheci
Greifſchwänzer
Labidocerca
Meerkatze
Cercopithecus
Pavian
Cynocephalus
Schlappſchwänzer
Aphyocerca
Plattnaſen
Platyrhinae
Geſchwänzte Schmalnaſen
Catarhina menocerca
Schmalnaſen
Catarhinae
Affen
Simiae
Halbaffen
Prosimiae

Auf Grund der sorgfältigsten und genauesten anatomischen Vergleichungen kam demnach Huxley zu folgendem, äußerst wichtigem Schlusse: „Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modifikationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Demgemäß vereinigt Huxley, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischen Werthe: 1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 559). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 558). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 563).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII.) Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Digitized by Google

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deshalb Plattnasen (Platyrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deshalb Schmalnasen (Catarhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinselläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmit-

Digitized by Google

telbar, daß ſich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil ſie alle das charakteriſtiſche Gebiß und die Naſenbildung der Platyrhinen beſitzen. Ebenſo folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abſtammen müſſen von einer und derſelben gemeinſchaftlichen Stammform, welche die Naſenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarhinen beſaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft ſein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abſtammen, oder (unbeſtimmter und vorſichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeſte eines und deſſelben Affenſtammes ſind. Für die Abſtammung des Menſchen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menſchen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung beſitzt, daß *der Menſch ſich aus den Katarhinen entwickelt* hat. Denn wir ſind nicht im Stande, einen zoologiſchen Charakter aufzufinden, der den Menſchen von den nächſtverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterſchiede, als die entfernteſten Formen dieſer Gruppe unter ſich verſchieden ſind. Es iſt dies das wichtigſte Reſultat der ſehr genauen vergleichend-anatomiſchen Unterſuchungen *Huxley's*, welches nicht genug berückſichtigt werden kann. In jeder Beziehung ſind die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den menſchenähnlichſten Katarhinen (Orang, Gorilla, Schimpanſe) geringer, als die anatomiſchen Unterſchiede zwiſchen dieſen und den niedrigſten, tiefſt ſtehenden Katarhinen, insbeſondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieſes höchſt bedeutſame Reſultat ergiebt ſich aus einer unbefangenen anatomiſchen Vergleichung der verſchiedenen Formen von Katarhinen als unzweifelhaft.

Wenn wir alſo überhaupt, der Deſcendenztheorie entſprechend, das natürliche Syſtem der Thiere als Leitfaden unſerer Betrachtung anerkennen, und darauf unſeren Stammbaum begründen, ſo müſſen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schluſſe kommen, daß *das Menſchengeſchlecht ein Aeſtchen der Katarhinengruppe iſt, und ſich aus längſt ausgeſtorbenen Affen dieſer Gruppe in der alten Welt entwickelt hat.* Einige An-

Digitized by Google

hänger der Deſcendenztheorie haben gemeint, daß die amerikaniſchen Menſchen ſich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikaniſchen Affen entwickelt hätten. Dieſe Hypotheſe halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinſtimmung aller Menſchen mit den Katarhinen in Bezug auf die charakteriſtiſche Bildung der Naſe und des Gebiſſes beweiſt deutlich, daß ſie eines Urſprungs ſind, und ſich aus einer gemeinſamen Wurzel erſt entwickelt haben, nachdem die Platyrhinen oder amerikaniſchen Affen ſich bereits von dieſer abgezweigt hatten. Die amerikaniſchen Ureinwohner ſind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographiſche Thatſachen beweiſen, aus Aſien, und theilweiſe vielleicht auch aus Polyneſien (oder ſelbſt aus Europa) eingewandert.

Einer genaueren Feſtſtellung des menſchlichen Stammbaums ſtehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt ſich noch weiterhin behaupten, daß die nächſten Stammeltern des Menſchengeſchlechts ſchwanzloſe Katarhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menſchenaffen, die ſich offenbar erſt ſpäter aus den geſchwänzten Katarhinen (Menocerca), als der urſprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen ſchwanzloſen Katarhinen, die jetzt auch häufig Menſchenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verſchiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verſchiedener Arten. Der größte Menſchenaffe iſt der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher den Menſchen an Größe und Stärke übertrifft, in der Tropenzone des weſtlichen Afrika einheimiſch iſt und am Fluſſe Gaboon erſt 1847 von dem Miſſionär Savage entdeckt wurde. Dieſem ſchließt ſich als nächſter Verwandter der längſt bekannte Schimpanſe an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes), ebenfalls im weſtlichen und centralen Afrika einheimiſch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla. Der dritte von den drei großen menſchenähnlichen Affen iſt der auf Borneo und anderen Sunda-Inſeln einheimiſche Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterſcheidet,

Digitized by Google

den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio oder Pithecus morio). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen.

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen betrifft, so finden Sie dieselben in den trefflichen Schriften von Huxley[26], Carl Vogt[27], Büchner[43] und Rolle[29] ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergiebt sich also aus der sorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weisbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weisbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei

Digitized by Google

einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbstücke dieser Verwandtschaft, freilich das eine mehr, das andere weniger, bedacht ist, und selbst wir Europäer durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein". (Novara-Reise, Anthropolog. Theil.)

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen Gegnern ihnen untergeschoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweis in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens oder Afrikas auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der schwanzlosen Schmalnasen (Catarhina lipocerca) oder Anthropoiden untergebracht werden müssen.

Die genealogischen Hypothesen, zu welchen uns die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben sich für jeden klar und consequent denkenden Menschen unmittelbar aus den Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unsere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Indessen lassen sich doch schon jetzt mindestens die nachstehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenstufen des Menschen mit annähernder Sicherheit unterscheiden. Von diesen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren (Vertebrata), acht Stufen zu den wirbellosen Vorfahren des Menschen (Prochordata).

Digitized by Google

Thierische Vorfahrenkette oder Ahnenreihe des Menschen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, sowie Taf. XIV und S. 352.)

Erste Hälfte der menschlichen Vorfahrenkette:

Wirbellose Ahnen des Menschen (Prochordata).

Erste Stufe: **Moneren (Monera).**

Die ältesten Vorfahren des Menschen wie aller anderen Organismen waren lebendige Wesen der denkbar einfachsten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie bestanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, strukturlosen und formlosen Klümpchen einer schleimartigen oder eiweißartigen Materie (Protoplasma), wie die heute noch lebende Protamoeba primitiva (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieser ältesten menschlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, sondern nur dem einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war das Protoplasma-Stückchen noch ohne Zellenkern. Die ersten von diesen Moneren entstanden im Beginn der laurentischen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus sogenannten „anorganischen Verbindungen", aus einfachen Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Die Annahme einer solchen Urzeugung, einer mechanischen Entstehung der ersten Organismen aus anorganischer Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige Hypothese nachgewiesen (vergl. S. 301). Den direkten, auf das biogenetische Grundgesetz (S. 361) gestützten Beweis für die frühere Existenz dieser ältesten Ahnenstufe liefert möglicherweise noch heute der Umstand,

Digitized by Google

daß nach den Angaben vieler Beobachter im Beginn der Ei-Entwickelung der Zellenkern verschwindet und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinkt (Monerula, S. 441; Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

Zweite Stufe: Amoeben (Amoebae).

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen" leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahnen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, und ebenso das Ei aller anderen Thiere, noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früher Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, das solche einzellige Urthiere als direkte Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist. (Vergl. S. 441.)

Dritte Stufe: Synamoebien (Synamoebia).

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der individuellen

Digitized by Google

Entwickelung erleidet. Gerade hier leitet uns die Ontogenese mit größter Sicherheit auf die Spur der Phylogenese. Nun haben wir schon früher gesehen, daß das Ei des Menschen (ebenso wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbsttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 170, Fig. 4D). Alle diese „Furchungskugeln" sind anfänglich einander ganz gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieselben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieser ontogenetische Entwickelungszustand, den wir wegen seiner Maulbeerform Morula nannten (S. 442), führt den sicheren Beweis, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menschen existirten, welche den Formwerth eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen besaßen. Man kann dieselben als Amoeben-Gemeinden (Synamoebia) bezeichnen (vgl. S. 444). Sie entstanden aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbsttheilung und bleibende Vereinigung dieser Theilungsprodukte.

Vierte Stufe: **Flimmerschwärmer (Planaeada).**

Aus der Morula (Titelbild Fig. 3) entwickelt sich im Laufe der Ontogenese bei sehr vielen Thieren ein sehr merkwürdiger Keimzustand, welchen zuerst Bär entdeckt und mit dem Namen Keimblase oder Keimhautblase belegt hat (Blastosphaera oder Vesicula blastodermica). Das ist eine mit Flüssigkeit gefüllte Hohlkugel, deren dünne Wand aus einer einzigen Zellenschicht besteht. Indem sich im Inneren der Morula Flüssigkeit ansammelt, werden die Zellen sämmtlich nach der Peripherie gedrängt. Bei den meisten niederen Thieren, aber auch noch bei dem niedersten Wirbelthiere, dem Lanzetthiere oder Amphioxus, nennt man diese Keimform Flimmerlarve (Planula), weil die an der Oberfläche gelegenen gleichartigen Zellen haarfeine Fortsätze oder Flimmerhaare ausstrecken, welche sich schlagend im Wasser bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. Beim Menschen, wie bei allen Säugethieren, entsteht zwar auch heute noch aus der Mo-

Digitized by Google

rula dieselbe Keimhautblase (S. 267); aber ohne Flimmerhaare; diese sind durch Anpassung verloren gegangen. Aber die wesentlich gleiche Bildung dieser Flimmerlarve, die sich überall durch Vererbung erhalten hat, deutet auf eine ebenso gebildete uralte Stammform, die wir Flimmerschwärmer (Planaea) nennen können. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andrerseits aber noch das Stadium der Planula bis heute conservirt hat.

Fünfte Stufe: **Urdarmthiere (Gastraeada).**

Im Laufe der individuellen Entwickelung entsteht sowohl beim Amphioxus, wie bei den verschiedensten niederen Thieren aus der Planula zunächst die äußerst wichtige Larvenform, welche wir Darmlarve oder Gastrula genannt haben (S. 443; Titelbild, Fig. 5, 6). Nach dem biogenetischen Grundgesetze beweist diese Gastrula die frühere Existenz einer ebenso gebauten selbstständigen Urthier-Form, welche wir Urdarmthier oder Gasträa nannten (S. 444, 445). Solche Gasträaden müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium der Gastrula mit einfacher Darmanlage und zweiblättriger Darmwand durchläuft (vergl. Taf. X, Fig. B4).

Sechste Stufe: **Urwürmer (Archelminthes).**

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die aus den Gasträaden der fünften Stufe hervorgingen, waren niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenigstens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den heutigen Strudelwürmern auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt, ohne alle Anhänge. Eine wahre Leibeshöhle (Coelom) und Blut war bei diesen acoelomen Würmern noch nicht vorhanden.

Digitized by Google

Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den Gasträaden durch Bildung eines mittleren Keimblattes oder Muskelblattes, sowie durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems, der einfachsten Sinnesorgane, der einfachsten Organe für Ausscheidung (Nieren) und Fortpflanzung (Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere acoelome Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme, hinweist. Diesen uralten acoelomen Urwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten.

Siebente Stufe: **Weichwürmer (Scolecida).**

Zwischen den Urwürmern der vorigen Stufe und den Chordathieren der nächsten Stufe müssen wir mindestens noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungegliederten Würmer angehörig, aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Wir können diese Verbindungsglieder, von denen uns wegen ihrer weichen Körperbeschaffenheit keine fossilen Reste übrig blieben, als Weichwürmer oder Scoleciden zusammenfassen. Sie entwickelten sich aus den Strudelwürmern der sechsten Stufe dadurch, daß sich eine wahre Leibeshöhle (ein Coelom) und Blut im Inneren ausbildete. Welche von den heutigen Coelomaten diesen ausgestorbenen Scoleciden am nächsten stehen, ist schwer zu sagen, vielleicht die Eichelwürmer (Balanoglossus). Den Beweis, daß auch direkte Vorfahren des Menschen zu diesen

Digitized by Google

Scoleciden gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Würmer und des Amphioxus. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Manteltheren durch mehrere sehr verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

Achte Stufe: **Chordathiere (Chordonia).**

Als Chordathiere oder Chordonier führen wir hier an achter Stelle diejenigen Coelomaten auf, aus denen sich unmittelbar die ältesten schädellosen Wirbelthiere entwickelten. Unter den Coelomaten der Gegenwart sind die Ascidien die nächsten Verwandten dieser höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren überbrückten. Daß solche Chordonier-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. XII und XIII, ferner S. 466, 510 ꝛc.) Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Chordathieren erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Manteltheren (Tunicata) und besonders den einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) am nächsten standen. Sie entwickelten sich aus den Würmern der siebenten Stufe durch Ausbildung eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und durch Bildung eines darunter gelegenen Rückenstranges (Chorda dorsalis). Gerade die Lagerung dieses centralen Rückenstranges oder Axen-Skelets, zwischen dem Rückenmark auf der Rückenseite und dem Darmrohr auf der Bauchseite, ist für sämmtliche Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen höchst charakteristisch, ebenso aber auch für die Ascidien-Larven. Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstranges zeigen. (Taf. XII, Fig. A5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang.)

Digitized by Google

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:

Wirbelthier-Ahnen des Menschen (Vertebrata).

Neunte Stufe: Schädellose (Acrania).

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acraniern, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. XII B, XIII B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryon-Zustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwickelung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Uebergang zu den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Reste der Schädellosen, sehr verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Kopf, Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den ungegliederten Chordoniern der achten Stufe durch Gliederung des Rumpfes (Bildung von Metameren oder Rumpfsegmenten), sowie durch weitere Differenzirung aller Organe. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) besessen haben werden (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz solcher schädellosen und gehirnlosen Ahnen des Menschen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten.

Zehnte Stufe: Unpaarnasen (Monorhina).

Aus den schädellosen Vorfahren des Menschen gingen zunächst Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommensten Beschaffen-

Digitized by Google

heit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefste Stufe die Klasse der Rundmäuler oder Cyclostomen ein, die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organisation dieser Unpaarnasen oder Monorhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beschaffenheit der menschlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen ersteren, so wird auch bei diesen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachsten Form gewesen sein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblase, sympathischer Nerv, Milz, Kieferskelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cyclostomen wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnasen entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Rückenstrangs zum Schädel entwickelte. Der sichere Beweis, daß solche unpaarnasige und kieferlose Vorfahren des Menschen existirten, liegt in der „vergleichenden Anatomie der Myxinoiden".

Elfte Stufe: Urfische (Selachii).

Die Urfisch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich die meiste Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Haifischen (Squalacei) (S. 518). Sie entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervennetzes, eines Kieferskelets, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haifische entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie sich aus den fossilen silurischen Haifisch-Resten (Zähnen und Flossenstacheln) ergiebt. Den sicheren Beweis, daß die silurischen Ahnen des Menschen und aller anderen

Digitized by Google

Paarnasen den Selachiern nächst verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organisations-Verhältnisse aller Amphirhinen sich aus denjenigen der Selachier ableiten lassen.

Zwölfte Stufe: **Lurchfische (Dipneusta).**

Unsere zwölfte Ahnenstufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrscheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfischen (Ceratodus, Protopterus, Lepidosiren, S. 521) besaßen. Sie entstanden aus den Urfischen (wahrscheinlich in der Devonzeit, im Beginn der Primärzeit) durch Anpassung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblase zu einer luftathmenden Lunge, sowie der Nasengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieser Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menschen. Ihre Organisation wird in mancher Hinsicht derjenigen des heutigen Ceratodus und Protopterus entsprochen haben, jedoch auch mannichfach verschieden gewesen sein. Sie lebten wohl schon im Beginn der devonischen Zeit. Den Beweis für ihre Existenz führt die vergleichende Anatomie, indem sie in den Dipneusten ein Mittelglied zwischen den Selachiern und Amphibien nachweist.

Dreizehnte Stufe: **Kiemenlurche (Sozobranchia).**

Aus denjenigen Lurchfischen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere betrachten, entwickelte sich als wichtigste Hauptlinie die Klasse der Lurche oder Amphibien (S. 513, 523). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die sich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menschen vererbte. Als unsere ältesten Vorfahren aus der Amphibien-Klasse sind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 525). Sie entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudernden Fischflossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung ver-

Digitized by Google

schiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern direkten Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: **Schwanzlurche (Sozura).**

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose im späteren Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 525). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: **Uramnioten (Protamnia).**

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andrerseits sich entwickelten (S. 528). Sie entstand aus unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt wahrscheinlich in den Beginn der mesolithischen oder Sekundärzeit, vielleicht schon gegen das Ende der Primärzeit, in die permische Periode. Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stim-

Digitized by Google

men in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechszehnte Stufe: **Stammsäuger (Promammalia).**

Unter unseren Vorfahren von der sechszehnten bis zur zweiundzwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muthe. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Klasse der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Klasse den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 538). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Die Promammalien entstanden aus den Protamnien (wahrscheinlich erst im Beginn der Sekundärzeit, in der Trias-Periode) durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsamen Stammformen aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere (Marsupialia).**

Die drei Unterklassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beutelthiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 549). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beutelthieren befunden haben. Sie entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäu-

Digitized by Google

ger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beutelthiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sicheren Beweis für unsere Abstammung von Beutelthieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh im wesentlichen inneren Bau nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: **Halbaffen (Prosimiae).**

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (Brachytarsi), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 558). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der caenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direkt von den Halbaffen herkommen, ist in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Placentalthiere zu suchen.

Neunzehnte Stufe: **Schwanzaffen (Menocerca).**

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Katarhinen nähere Blutsverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen und Schlankaffen (Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch;

Digitized by Google

aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 571). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (Catarhina menocerca) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Katarhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen (Anthropoides).**

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocaenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Katarhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles über den Gesichtstheil des Schädels. Direkte Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekannten ausgestorbenen Menschenaffen der Miocaenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen.

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen (Pithecanthropi).**

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (Alali) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithekanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die „Vorderhand" der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschen-

Digitized by Google

hand, die „Hinterhand" dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwickelung dem eigentlichen Menschen schon viel näher als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwickelung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergiebt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung (aus der „vergleichenden Anatomie" der Sprache), und namentlich aus der Entwickelungsgeschichte der Sprache, sowohl bei jedem Kinde („glottische Ontogenese"), als bei jedem Volke („glottische Phylogenese").

Zweiundzwanzigste Stufe: **Menschen (Homines).**

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmählige Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwickelung dieser Funktion ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte wahrscheinlich erst im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, vielleicht aber auch schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen.

Digitized by Google

Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

MN = Grenze zwischen den wirbellosen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

Zeitalter der organischen Erdgeschichte	Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte	Thierische Ahnenstufen des Menschen	Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen
I. Archolithische oder Primordial-Zeit	1. Laurentische Periode 2. Cambrische Periode 3. Silurische Periode (Vergl. S. 352 und Taf. XIV nebst Erklärung)	1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba
		2. Einzellige Urthiere	Einfache Amoeben (Autamoebae)
		3. Vielzellige Urthiere	Amoebengemeinden (Synamoebia)
		4. Flimmerschwärmer (Planaeada)	Planula-Larven
		5. Urdarmthiere (Gastraeada)	Gastrula-Larven
		6. Urwürmer (Archelminthes)	Strudelwürmer (Turbellaria)
		7. Weichwürmer (Scolecida)	? zwischen den Strudelwürmern und Seescheiden
		8. Chordathiere (Chordonia)	Seescheiden (Ascidiae)
		MN	
		9. Schädellose (Acrania)	Lanzettthiere (Amphioxi)
		10. Unpaarnasen (Monorhina)	Lampreten (Petromyzontes)
		11. Urfische (Selachii)	Haifische (Squalacei)
II. Palaeolithische oder Primär-Zeit	4. Devon-Periode 5. Steinkohlen-Periode 6. Permische Periode	12. Lurchfische (Dipneusta)	Molchfische (Protoptera)
		13. Kiemenlurche (Sozobranchia)	Olm (Proteus) Axolotl (Siredon)
		14. Schwanzlurche (Sozura)	Wassermolche (Tritones)
III. Mesolithische oder Sekundär-Zeit	7. Trias-Periode 8. Jura-Periode 9. Kreide-Periode	15. Uramnioten (Protamnia)	? zwischen den Schwanzlurchen und Urfängern
		16. Urfänger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)
		17. Beutelthiere (Marsupialia)	Beutelratten (Didelphyes)
IV. Caenolithische oder Tertiär-Zeit	10. Eocaen-Periode 11. Miocaen-Periode 12. Pliocaen-Periode	18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)
		19. Geschwänzte Katarhinen	Nasenaffen, Schlankaffen
		20. Menschenaffen oder schwanzlose Katarhinen	Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon
		21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen	Taubstumme, Kretinen und Microcephalen
V. Quartär-Zeit	13. Diluvial-Periode 14. Alluvial-Periode	22. Sprechende Menschen	Australier und Papuas

Digitized by Google

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen.

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Klassifikation der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papuas, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntnissen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere besitzen, gestattet uns schon jetzt, die wichtigsten Grundzüge des menschlichen Stammbaums in der Weise festzustellen, wie es in den letzten Vorträgen geschehen ist. Dessen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menschliche Stammesgeschichte oder Phylogenie, die fortan die Grundlage der Anthropologie und somit auch aller anderen Wissenschaften bilden wird, in allen Einzelnheiten jetzt schon befriedigend übersehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieser wichtigsten Wissenschaft, zu der wir nun den ersten Grund le-

Digitized by Google

gen können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen specielleren Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommneten Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe

Digitized by Google

Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell[30]), Carl Vogt[27]), Friedrich Rolle[28]), John Lubbock[44]), L. Büchner[43]) u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5821 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen

Digitized by Google

veranlaßten, ſind in zwei Anpaſſungsthätigkeiten der letzteren zu ſuchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menſchwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Dieſe beiden phyſiologiſchen Funktionen entſtanden nothwendig zugleich mit zwei entſprechenden morphologiſchen Umbildungen, mit denen ſie in der engſten Wechſelwirkung ſtehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieſer Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher ſich ſeitdem der Menſch fortſchreitend entwickelt, und ſeine thieriſchen Vorfahren ſo weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430.)

Als den erſten und älteſten Fortſchritt von dieſen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menſchlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausſchließlicher die Funktion des Greifens und Betaſtens, die Hinterfüße dagegen immer ausſchließlicher die Funktion des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete ſich jener Gegenſatz zwiſchen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menſchen nicht ausſchließlich eigenthümlich, aber doch viel ſtärker bei ihm entwickelt iſt, als bei den menſchenähnlichſten Affen. Dieſe Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchſt vortheilhaft, ſondern ſie hatte zugleich eine ganze Reihe von ſehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelſäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, ſowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche ſich der menſchliche Körper von demjenigen der menſchenähnlichſten Affen unterſcheidet. Wahrſcheinlich vollzogen

Digitized by Google

sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte" Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf das Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Funktion des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die

Digitized by Google

Sprache. Daher konnten die bedeutendſten Vertreter der vergleichenden Sprachforſchung in der Entwickelung der menſchlichen Sprache mit Recht den wichtigſten Scheidungsprozeß des Menſchen von ſeinen thieriſchen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich Auguſt Schleicher in ſeinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen" hervorgehoben [34]). In dieſem Verhältniß iſt einer der engſten Berührungspunkte zwiſchen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier ſtellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Urſprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Dieſe eben ſo intereſſante als wichtige Aufgabe iſt in neueſter Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, ſo insbeſondere von Lazarus Geiger und Wilhelm Bleek, welcher ſeit vielen Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niederſten Menſchenraſſen beſchäftigt und dadurch beſonders zur Löſung dieſer Frage befähigt iſt. Wie ſich die verſchiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organiſchen Formen und Funktionen, durch den Prozeß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zerſplittert haben, hat namentlich Auguſt Schleicher der Selectionstheorie entſprechend erörtert [6]).

Den Prozeß der Sprachbildung ſelbſt hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweiſe Sie in dieſer Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Urſprung der Sprache" [35]). Dagegen müſſen wir noch eines der wichtigſten hierauf bezüglichen Reſultate der vergleichenden Sprachforſchung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menſchenarten von höchſter Bedeutung iſt, daß nämlich die menſchliche Sprache wahrſcheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletiſchen Urſprung hat. Die menſchliche Sprache als ſolche entwickelte ſich wahrſcheinlich erſt, nachdem die Gattung des ſprachloſen Urmenſchen oder Affenmenſchen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von dieſen Menſchenarten, und vielleicht ſelbſt bei verſchiedenen Unterarten und Abarten

Digitized by Google

dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von den andern. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflektirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen“[34]). Ebenso nehmen auch Friedrich Müller[42]) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen“, welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickelten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w., darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifel-

Digitized by Google

haft ſein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletiſche Anſicht die richtige iſt. Denn vorausgeſetzt auch, daß die Umbildung menſchenähnlicher Affen zu Menſchen mehrmals ſtattgefunden hätte, ſo würden doch jene Affen ſelbſt durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zuſammenhängen. Es könnte ſich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtſchaft handeln. Im engeren Sinne dagegen wird wahrſcheinlich die polyphyletiſche Anſchauung inſofern Recht behalten, als die verſchiedenen Urſprachen ſich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man alſo die Entſtehung der gegliederten Wortſprache als den eigentlichen Hauptakt der Menſchwerdung anſieht, und die Arten des Menſchengeſchlechts nach ihrem Sprachſtamme unterſcheiden will, ſo könnte man ſagen, daß die verſchiedenen Menſchenarten unabhängig von einander entſtanden ſeien, indem verſchiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entſtandenen ſprachloſen Urmenſchen ſich ſelbſtſtändig ihre Urſprachen bildeten. Immerhin würden natürlich auch dieſe an ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zuſammenhängen und alſo doch ſchließlich alle von einem gemeinſamen Urſtamme abzuleiten ſein.

Wenn wir nun an dieſer letzteren Ueberzeugung allerdings feſthalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Anſicht ſind, daß die verſchiedenen Species der ſprachloſen Urmenſchen alle von einer gemeinſamen Affenmenſchen-Form abſtammen, ſo wollen wir damit natürlich nicht ſagen, daß „alle Menſchen von einem Paare abſtammen.“ Dieſe letztere Annahme, welche unſere moderne indogermaniſche Bildung aus dem ſemitiſchen Mythus der moſaiſchen Schöpfungsgeſchichte herübergenommen hat, iſt auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menſchengeſchlecht von einem Paar abſtammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falſchen Frageſtellung. Er iſt ebenſo ſinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abſtammen. Mit demſelben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutſchen oder alle Engländer

Digitized by Google

„von einem Paare abſtammen“ u. ſ. w. Ein „erſtes Menſchenpaar“ oder ein „erſter Menſch“ hat überhaupt niemals exiſtirt, ſo wenig es jemals ein erſtes Paar oder ein erſtes Individuum von Engländern, Deutſchen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entſtehung einer neuen Art aus einer beſtehenden Art in der Weiſe, daß eine lange Kette von vielen verſchiedenen Individuen an dem langſamen Umbildungsprozeß betheiligt iſt. Angenommen, daß wir alle die verſchiedenen Paare von Menſchenaffen und Affenmenſchen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menſchengeſchlechts gehören, ſo würde es doch ganz unmöglich ſein, ohne die größte Willkür eines von dieſen Affenmenſchen-Paaren als „das erſte Paar“ zu bezeichnen. Ebenſowenig kann man auch jede der zwölf Menſchenraſſen oder Species, die wir ſogleich betrachten wollen, von einem „erſten Paare“ ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Klaſſifikation der verſchiedenen Menſchenraſſen oder Menſchenarten begegnen, ſind ganz dieſelben, welche uns die Syſtematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort ſind die ſcheinbar ganz verſchiedenen Formen doch meiſtens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Raſſe oder Varietät iſt, niemals entſchieden werden. Bekanntlich nahm man ſeit Blumenbach an, daß das Menſchengeſchlecht in fünf Raſſen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopiſche oder ſchwarze Raſſe (afrikaniſche Neger); 2) die malayiſche oder braune Raſſe (Malayen, Polyneſier und Auſtralier); 3) die mongoliſche oder gelbe Raſſe (die Hauptbevölkerung Aſiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikaniſche oder rothe Raſſe (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukaſiſche oder weiße Raſſe (Europäer, Nordafrikaner und Südweſt-Aſiaten). Dieſe fünf Menſchenraſſen ſollten alle, der jüdiſchen Schöpfungsſage entſprechend, „von einem Paare“, Adam und Eva, abſtammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species ſein. Indeſſen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber exiſtiren, daß die Unterſchiede

Digitized by Google

dieſer fünf Raſſen eben ſo groß und noch größer ſind, als die „ſpecifiſchen Unterſchiede", auf deren Grund die Zoologen und Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species") unterſcheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Quenſtedt: „Wenn Neger und Kaukaſier Schnecken wären, ſo würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinſtimmung ſie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entſtanden ſein könnten."

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menſchenraſſen unterſcheidet, ſind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterſcheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren ſtärkſte Ausbildung ſich bei den Negern und Auſtraliern findet, iſt der Schädel langgeſtreckt, ſchmal, von rechts nach links zuſammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen iſt der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zuſammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen ſpringt. Die zwiſchen beiden Extremen in der Mitte ſtehenden Mittelköpfe (Mesocephali) ſind namentlich bei den Amerikanern vorherrſchend. In jeder dieſer drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thieriſchen Schnauze, ſtark vorſpringen und die Vorderzähne daher ſchief nach vorn gerichtet ſind, und Gradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorſpringen und die Vorderzähne ſenkrecht ſtehen. Man hat in den letzten zehn Jahren ſehr viel Mühe und Zeit an die genaueſte Unterſuchung und Meſſung der Schädelformen gewendet, ohne daß dieſe durch entſprechende Reſultate belohnt worden wären. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländiſchen, kann die Schädelform ſo variiren, daß man in derſelben extreme Gegenſätze findet. Viel beſſere Anhaltpunkte für die Klaſſifikation der menſchlichen Species liefert die Beſchaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil dieſe ſich viel ſtrenger als die Schädelform vererben.

Digitized by Google

Insbeſondere ſcheint die vergleichende Sprachforſchung hier maßgebend zu werden. In der neueſten vortrefflichen Bearbeitung der Menſchenraſſen, welche der Wiener Sprachforſcher Friedrich Müller in ſeiner ausgezeichneten Ethnographie [42]) gegeben hat, iſt die Sprache mit Recht in den Vordergrund geſtellt. Demnächſt iſt die Beſchaffenheit des Kopfhaares von großer Bedeutung. An ſich allerdings ein untergeordneter morphologiſcher Charakter, ſcheint ſich dieſelbe dennoch ſtreng innerhalb der Raſſe zu vererben. Von den zwölf Menſchen-Species, die wir im Folgenden unterſcheiden (S. 604), zeichnen ſich die vier niederen Arten durch die wollige Beſchaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar iſt bandartig abgeplattet und erſcheint daher auf dem Querſchnitt länglich rund. Wir können dieſe vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büſchelhaarige und Vließhaarige. Bei den Büſchelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachſen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büſcheln. Bei den Vließhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, ſind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen ſind ſchiefzähnig und langköpfig. Die Farbe der Haut, des Haares und der Augen iſt ſtets ſehr dunkel. Alle ſind Bewohner der ſüdlichen Erdhälfte; nur in Afrika überſchreiten ſie den Aequator. Im Allgemeinen ſtehen ſie auf einer viel tieferen Entwickelungsſtufe und den Affen viel näher, als die meiſten Liſſotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Kultur und einer höheren geiſtigen Durchbildung ſind die Ulotrichen unfähig, auch unter ſo günſtigen Anpaſſungsbedingungen, wie ſie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein krausshaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geſchichte" gehabt.

Bei den acht höheren Menſchenraſſen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zuſammenfaſſen, iſt das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen ſich ſtark kräuſelt. Jedes einzelne Haar iſt nämlich cylindriſch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querſchnitt kreisrund (nicht länglich rund).

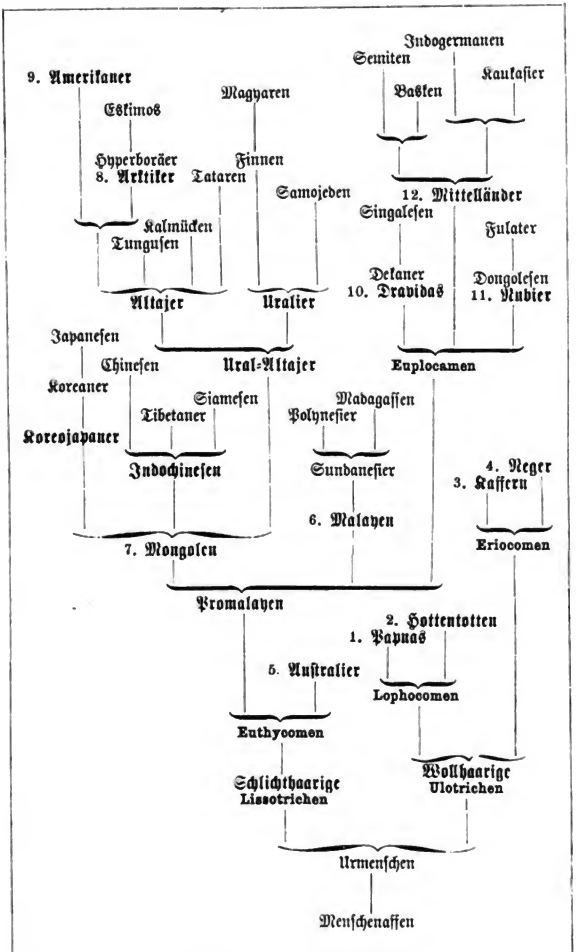
Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht

der 12 Menſchen-Arten und ihrer 36 Raſſen. (Vergl. Taf. XV.)

Species		Raſſe	Heimath	Einwanderung von
1. Papua	1.	Negritos	Malacca, Philippinen	Weſten
Homo	2.	Neoguineer	Neuguinea	Weſten
papua	3.	Melaneſier	Melaneſien	Nordweſten
	4.	Tasmanier	Vandiemensland	Nordoſten
2. Hottentotte	5.	Hottentotten	Caplaud	Nordoſten
H. hottentottus	6.	Buſchmänner	Capland	Nordoſten
3. Kaffer	7.	Zulukaffern	Oeſtliches Südafrika	Norden
Homo	8.	Beſchuanen	Centrales Südafrika	Nordoſten
cafer	9.	Congokaffern	Weſtliches Südafrika	Oſten
4. Neger	10.	Tibu-Neger	Tibu-Land	Südoſten
Homo	11.	Sudan-Neger	Sudan	Oſten
niger	12.	Senegambier	Senegambien	Oſten
	13.	Nigritier	Nigritien	Oſten
5. Auſtralier	14.	Nordauſtralier	Nordauſtralien	Norden
H. australis	15.	Südauſtralier	Südauſtralien	Norden
6. Malaye	16.	Sundaneſier	Sunda-Archipel	Weſten
Homo	17.	Polyneſier	Pacifiſcher Archipel	Weſten
malayus	18.	Madagaſſen	Madagascar	Oſten
7. Mongole	19.	Indochineſen	Tibet, China	Süden
Homo	20.	Coreo-Japaner	Corea, Japan	Südweſten
mongolus	21.	Altajer	Mittelaſien, Nordaſien	Süden
	22.	Uralier	Nordweſtaſien, Nordeuropa, Ungarn	Südoſten
8. Arktiker	23.	Hyperboräer	Nordöſtlichſtes Aſien	Südweſten
H. arcticus	24.	Eskimos	Nördlichſtes Amerika	Weſten
9. Amerikaner	25.	Nordamerikaner	Nordamerika	Nordweſten
Homo	26.	Mittelamerikaner	Mittelamerika	Norden
americanus	27.	Südamerikaner	Südamerika	Norden
	28.	Patagonier	Südlichſtes Amerika	Norden
10. Dravidas	29.	Dekaner	Vorder-Indien	Oſten?
H. dravida	30.	Singaleſen	Ceylon	Norden?
11. Nubier	31.	Dongoleſen	Nubien	Oſten
H. nuba	32.	Fulater	Fula-Land (Mittelafrika)	Oſten
12. Mittelländer	33.	Kaukaſier	Kaukaſus	Südoſten
	34.	Basken	Nördlichſtes Spanien	Süden?
Homo	35.	Semiten	Arabien, Nordafrika ꝛc.	Oſten
mediterraneus	36.	Indogermanen	Südweſtaſien, Europa ꝛc.	Südoſten

Digitized by Google


Indogermanen
Semiten
Kaukasier
9. Amerikaner
Eskimos
Magyaren
Basken
Hyperboräer
8. Arktiker
Tataren
Finnen
Samojeden
12. Mittelländer
Singalesen
Fulater
Kalmücken
Tungusen
Dekaner
10. Dravidas
Dongolesen
11. Nubier
Altajer
Uralier
Japanesen
Chinesen
Ural-Altajer
Euplocamen
Koreaner
Siamesen
Madagassen
Tibetaner
Polynesier
Koreajapaner
Indochinesen
Sundanesier
4. Neger
3. Kaffern
6. Malayen
7. Mongolen
Eriocomen
Promalayen
2. Hottentotten
1. Papuas
5. Australier
Lophocomen
Euthycomen
Wollhaarige
Ulotrichen
Schlichthaarige
Lissotrichen
Urmenschen
Menschenaffen

Auch die acht liſſotrichen Species können wir auf zwei Gruppen vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaarigen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und ſtraff, nicht gekräuſelt iſt, gehören die Auſtralier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen (Euplocami) dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt iſt, gehören die Dravidas, Nubier und Mittelländer. (Vergl. Taf. XV am Ende.)

Bevor wir nun den Verſuch wagen, die phyletiſche Divergenz des Menſchengeſchlechts und den genealogiſchen Zuſammenhang ſeiner verſchiedenen Arten hypothetiſch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausſchicken. Um die geographiſche Verbreitung derſelben klar zu überſehen, müſſen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückverſetzen, in die Zeit, wo die indiſche Inſelwelt und Amerika eben erſt entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Miſchung der Species, insbeſondere die Ueberfluthung durch die indogermaniſche Raſſe, noch nicht ſo vorgeſchritten war. Wir beginnen, von den niederſten Stufen aufſteigend, mit den wollhaarigen Menſchen (Ulotriches), welche ſämmtlich prognathe Dolichocephalen ſind.

Unter den jetzt noch lebenden Menſchenarten ſteht der urſprünglichen Stammform der wollhaarigen Menſchen am nächſten vielleicht der Papua (Homo papua). Dieſe Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Inſel Neuguinea und den öſtlich davon gelegenen Archipel von Melaneſien (die Salomons-Inſeln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. ſ. w.). Zerſtreute Reſte derſelben finden ſich aber auch noch im Innern der Halbinſel Malacca, ſowie auf vielen anderen Inſeln des großen paciſiſchen Archipels; meiſtens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, ſo namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgeſtorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemsland gehörte zu dieſer Art. Aus dieſen und anderen Umſtänden geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südoſten Aſiens beſaßen.

Digitized by Google

Sie wurden aus diesem durch die Malayen verdrängt, und nach Osten fortgeschoben. Alle Papuas sind von schwarzer Hautfarbe, die bald mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche spielt. Die krausen Haare wachsen in Büscheln, sind spiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, so daß sie eine mächtige, weit abstehende wollige Perücke bilden. Das Gesicht zeigt unter einer schmalen, eingedrückten Stirn eine große aufgestülpte Nase und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterscheiden sich die Papuas von ihren schlichthaarigen Nachbarn, sowohl von den Malayen, als von den Australiern so wesentlich, daß man sie als eine ganz besondere Species betrachten muß.

Den Papuas durch den büscheligen Haarwuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geschieden, sind die Hottentotten (Homo hottentottus). Sie bewohnen ausschließlich das südlichste Afrika, das Kapland und die nächstangrenzenden Theile, und sind hier von Nordosten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenossen, den Papuas, nahmen auch die Hottentotten früher viel größeren Raum (wahrscheinlich das ganze östliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Aussterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im östlichen Kapland) und der Namaka (im westlichen Kapland) existiren, gehören hierher auch die Buschmänner (im gebirgigen Inneren des Kaplandes). Bei allen diesen Hottentotten wächst das krause Haar ebenso in Büscheln, wie bei den Papuas, ähnlich einer Bürste. Beide Species stimmen auch darin überein, daß sich im Gesäß des weiblichen Geschlechts eine besondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmassen zeigt (Steatopygie). Die Hautfarbe der Hottentotten ist aber viel heller, gelblich braun. Das sehr platte Gesicht zeichnet sich durch kleine Stirn und Nase, aber große Nasenlöcher aus. Der Mund ist sehr breit, mit großen Lippen, das Kinn schmal und spitz. Die Sprache ist durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlaute ausgezeichnet.

Die nächsten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten sind

Digitized by Google

die Kaffern (Homo cafer). Diese kraushaarige Menschenart unterscheidet sich jedoch, ebenso wie die folgende (die echten Neger) von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büschelweise vertheilt ist, sondern als dichtes Vließ den Kopf bedeckt. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abstufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunschwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kafferrasse einen sehr engen Verbreitungsbezirk anwies und sie meist nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieser Species fast die gesammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad südlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausschluß der Hottentotten. Insbesondere gehören dahin an der Ostküste die Zulu-, Zambesi- und Mosambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beschuanen oder Setschuanen, und an der Westküste die Herrero- und Congo-Stämme. Auch sie sind, wie die Hottentotten, von Nordosten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterscheiden sie sich sehr wesentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Gesicht ist lang und schmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Nase vorspringend, oft gebogen, die Lippen nicht so stark aufgeworfen und das Kinn spitz. Die mannichfaltigen Sprachen der verschiedenen Kaffern-Stämme lassen sich alle von einer ausgestorbenen Ursprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Der echte Neger (Homo niger) bildet gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, eine viel weniger umfangreiche Menschen-Art, als man früher annahm. Es gehören dahin jetzt nur noch die Tibus im östlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner, welche zunächst im Süden dieser großen Wüste wohnen, und die Bevölkerung der westafrikanischen Küstenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger sind demnach zwischen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeschlossen, und haben diesen letzteren nur

Digitized by Google

mit einem kleinen Theile der Tibu-Raſſe im Oſten überſchritten. Innerhalb dieſer Zone hat die Neger-Art ſich von Oſten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger iſt ſtets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut iſt ſammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünſtung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Kaffern übereinſtimmen, unterſcheiden ſie ſich von ihnen nicht unweſentlich durch die Geſichtsbildung. Die Stirn iſt flacher und niedriger, die Naſe breit und dick, nicht vorſpringend, die Lippen ſtark wulſtig aufgetrieben, und das Kinn ſehr kurz. Ausgezeichnet ſind ferner die echten Neger durch ſehr dünne Waden und ſehr lange Arme. Schon ſehr frühzeitig muß ſich dieſe Menſchen-Species in viele einzelne Stämme zerſplittert haben, da ihre zahlreichen und ganz verſchiedenen Sprachen ſich durchaus nicht auf eine Urſprache zurückführen laſſen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menſchen-Arten ſtehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die ſchlichthaarigen Menſchen (Homines lissotriches) gegenüber. Von den acht Arten dieſer letzteren laſſen ſich, wie wir ſahen, fünf Species als Straffhaarige (Euthycomi) und drei Species als Lockenhaarige (Euplocami) zuſammenfaſſen. Wir betrachten zunächſt die erſteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Aſiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefſten Stufe unter allen ſchlichthaarigen Menſchen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menſchen-Arten ſtehen die Auſtralier oder Auſtralneger (Homo australis). Dieſe Species ſcheint ausſchließlich auf die große Inſel Auſtralien beſchränkt zu ſein. Sie gleicht dem echten afrikaniſchen Neger durch die ſchwarze oder ſchwarzbraune und übelriechende Haut, durch die ſtark ſchiefzähnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Naſe und dick aufgeworfene Lippen, ſowie durch den faſt gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterſcheiden ſich die Auſtralneger ſowohl von den echten Negern, als von ihren nächſten Nachbarn, den

Digitized by Google

Papuas, durch viel schwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich durch die Bildung des Kopfhaares, welches nicht wollig-kraus, sondern entweder ganz schlicht oder nur schwach gelockt ist. Die sehr tiefe körperliche und geistige Ausbildungsstufe der Australier ist zum Theil vielleicht nicht ursprünglich, sondern durch Rückbildung, durch Anpassung an die sehr ungünstigen Existenzbedingungen Australiens entstanden. Wahrscheinlich sind die Australneger, als ein sehr früh abgezweigter Ast der Euthykomen, von Norden oder Nordwesten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Vielleicht sind sie den Dravidas, und mithin den Euplokamen, näher verwandt als den übrigen Euthykomen. Die ganz eigenthümliche Sprache der Australier zersplittert sich in sehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und eine südliche Abtheilung sich gruppiren.

Eine genealogisch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menschen-Species bilden die Malayen (Homo malayus), die braune Menschenrasse der früheren Ethnographie. Eine ausgestorbene, südasiatische Menschen-Art, welche den heutigen Malayen sehr nahe stand, ist wahrscheinlich als die gemeinsame Stammform dieser und der folgenden, höheren Menschen-Arten anzusehen. Wir wollen diese hypothetische Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerstreute Rassen, in die Sundanesier, welche Malakka und die Sunda-Inseln (Sumatra, Java, Borneo ꝛc.) sowie die Philippinen bevölkern, und die Polynesier, welche über den größten Theil des pacifischen Archipels ausgebreitet sind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird östlich von den Sandwich-Inseln (Hawai), westlich von den Marianen-Inseln (Ladronen) gebildet; die südliche Grenze dagegen östlich von dem Mangareva-Archipel, westlich von Neuseeland. Ein weit nach Westen verschlagener einzelner Zweig der Sundanesier sind die Bewohner von Madagascar. Diese weite pelagische Verbreitung der Malayen erklärt sich aus ihrer besonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath ist der südöstliche Theil des asiatischen Festlandes zu betrachten, von wo aus sie sich

Digitized by Google

nach Osten und Süden verbreiteten und die Papuas vor sich her drängten. In der körperlichen Bildung stehen die Malayen unter den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittelköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (Homo mongolicus). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malakka), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Magyaren in Ungarn und vielleicht einen Theil der Türken vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich

Digitized by Google

wahrscheinlich auf eine gemeinsame Ursprache zurückführen. Doch stehen sich als zwei früh getrennte Hauptzweige die einsilbigen Sprachen der indo-chinesischen Rasse und die mehrsilbigen Sprachen der übrigen mongolischen Rassen gegenüber. Zu dem einsilbigen oder monosyllaben Stamme der Indochinesen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siamesen und Chinesen. Die übrigen, die vielsilbigen oder polysyllaben Mongolen zerfallen in drei Rassen, nämlich 1) die Koreo-Japaner (Koreaner und Japanesen); 2) die Altajer (Tataren, Türken, Kirgisen, Kalmücken, Burjäten, Tungusen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen stammt auch die magyarische Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongolischen Menschen-Art ist der Polarmensch (Homo arcticus) zu betrachten. Wir fassen unter dieser Bezeichnung die Bewohner der arktischen Polarländer in beiden Hemisphären zusammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöstlichen Asien (Jukagiren, Tschuktschen, Kurjäken und Kamtschadalen). Durch Anpassung an das Polarklima ist diese Menschenform so eigenthümlich umgebildet, daß man sie wohl als Vertreter einer besonderen Species betrachten kann. Ihre Statur ist niedrig und untersetzt, die Schädelform mittelköpfig oder sogar langköpfig, die Augen eng und schief geschlitzt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorstehend und der Mund breit. Das Haar ist straff und schwarz. Die Hautfarbe ist heller oder dunkler bräunlich, bald fast weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenschen sind noch wenig bekannt, jedoch sowohl von den mongolischen, als von den amerikanischen verschieden. Wahrscheinlich sind die Arktiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepaßte Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöstlichen Asien nach Nordamerika hinüberwanderte und diesen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieser Erdtheil (von den Eskimos abgesehen) nur von einer einzigen Menschenart bevöl-

Digitized by Google

kert, den Rothhäuten oder Amerikanern (Homo americanus). Unter allen übrigen Menschenarten sind ihr die beiden vorigen am nächsten verwandt. Insbesondere ist die Schädelform meistens der Mittelkopf, selten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn ist breit und sehr niedrig, die Nase groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar ist schwarz und straff. Die Hautfarbe ist durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verschiedenen amerikanischen Rassen und Stämme sind außerordentlich verschieden, aber doch in der ursprünglichen Anlage wesentlich übereinstimmend. Wahrscheinlich ist Amerika zuerst vom nordöstlichen Asien her bevölkert worden, von demselben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker (Hyperboräer und Eskimos) sich abgezweigt haben. Zuerst breitete sich dieser Stamm in Nordamerika aus und wanderte erst von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in dessen südlichster Spitze die Species durch Anpassung an sehr ungünstige Existenz-Bedingungen eine starke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich mit diesen vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie Einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden. Katarhinen oder schmalnasige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika existirt.

Die drei Menschen-Species, welche wir nun noch unterscheiden, die Dravidas, Nubier und Mittelländer, stimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtschaft derselben zu begründen scheinen und sie von den vorhergehenden unterscheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwickelung eines starken Barthaares, welches allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur sehr spärlich auftritt. Das Haupthaar ist gewöhnlich nicht so straff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, sondern meistens mehr oder

Digitized by Google

weniger gelockt. Auch andere Charaktere scheinen dafür zu sprechen, daß wir dieselben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami), vereinigen können.

Der gemeinsamen Stammform der Euplokamen, und vielleicht aller Lissotrichen, sehr nahe scheint der Dravida-Mensch zu stehen (Homo dravida). Gegenwärtig ist diese uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im südlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöstlichen Ceylon vertreten. Früher aber scheint dieselbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter sich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerseits Verwandtschafts-Beziehungen zu den Australiern und Malayen, anderseits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe ist ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen fast schwarzbraun. Das Haupthaar ist, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthykomen, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet starken Bartwuchs gleichen sie den Mittelländern. Ihre ovale Gesichtsbildung scheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächsten verwandt zu sein. Gewöhnlich ist die Stirn hoch, die Nase vorspringend, schmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache ist gegenwärtig stark mit indogermanischen Elementen vermischt, scheint aber ursprünglich von einer ganz eigenthümlichen Ursprache abzustammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten, als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (Homo nuba) verursacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongolesen), sondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen. Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen sind von da aus weit nach Westen gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der westlichen Sahara, eingekeilt zwischen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-Völker entweder

Digitized by Google

zu den Negern oder zu den hamitiſchen Völkern (alſo Mittelländern) gerechnet, unterſcheiden ſich aber von Beiden ſo weſentlich, daß man ſie als eine beſondere Art betrachten muß. Wahrſcheinlich nahm dieſelbe früher einen großen Theil des nordöſtlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der Nuba- und Fula-Völker iſt gelbbraun oder rothbraun, ſeltener dunkelbraun bis ſchwarz. Das Haar iſt nicht wollig, ſondern nur lockig, oft ſogar faſt ganz ſchlicht; die Haarfarbe iſt dunkelbraun oder ſchwarz. Der Bartwuchs iſt viel ſtärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Geſichtsbildung nähert ſich mehr dem mittelländiſchen als dem Neger-Typus. Die Stirn iſt hoch und breit, die Naſe vorſpringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht ſo ſtark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der Nubiſchen Völker ſcheinen mit denjenigen der echten Neger gar keine Verwandtſchaft zu beſitzen.

An die Spitze aller Menſchenarten hat man von jeher als die höchſt entwickelte und vollkommenſte den kaukaſiſchen oder mittelländiſchen Menſchen (Homo mediterraneus) geſtellt. Gewöhnlich wird dieſe Form als „kaukaſiſche Raſſe“ bezeichnet. Da jedoch grade der kaukaſiſche Zweig unter allen Raſſen dieſer Species die wenigſt bedeutende iſt, ſo ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeſchlagene, viel paſſendere Bezeichnung des Mediterran-Menſchen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigſten Raſſen dieſer Species, welche zugleich die bedeutendſten Faktoren der ſogenannten „Weltgeſchichte“ ſind, haben ſich an den Geſtaden des Mittelmeeres zu ihrer erſten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieſer Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantiſchen“ Species ausgedrückt, während dieſelbe gegenwärtig ſich über die ganze Erde verbreitet und die meiſten übrigen Menſchen-Species im Kampfe ums Daſein überwindet. In körperlicher, wie in geiſtiger Beziehung, kann ſich keine andere Menſchenart mit der mittelländiſchen meſſen. Sie allein hat (abgeſehen von der mongoliſchen Species) eigentlich „Geſchichte“ gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Kultur entwickelt, welche den Menſchen über die ganze übrige Natur zu erheben ſcheint.

Digitized by Google

Die Charaktere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt. Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund; jedoch zeigt diese alle Abstufungen von reinem Weiß oder Röthlich-weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen oder selbst Schwarzbraunen. Der Haarwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten. Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwickelung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile und jene gleichmäßige Entwickelung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich keineswegs auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielmehr sind mindestens vier solche, von Grund aus verschiedene Ursprachen anzunehmen. Dem entsprechend muß man auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species annehmen. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Daghestaner, Tscherkessen, Mingrelier und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier als die der Basken ist durchaus eigenthümlich und läßt sich weder auf die semitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptrassen der mediterranen Species, die semitische und indogermanische, lassen sich nicht auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und es müssen daher diese beiden Rassen schon sehr frühzeitig sich von einander getrennt haben. Semiten und Indogermanen stammen von verschiedenen Affenmenschen ab.

Digitized by Google

Die semitische Rasse spaltete sich ebenfalls schon sehr früh in zwei divergirende Zweige, den egyptischen und den arabischen Zweig. Der egyptische oder afrikanische Zweig, die Dyssemiten, welche wohl auch als Hamiten gänzlich von den Semiten getrennt werden, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Berber, welche ganz Nordafrika inne haben und früher auch die canarischen Inseln bewohnten, und endlich die Gruppe der Aethiopier (Bedscha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker, welche das ganze nordöstliche Küstenland von Afrika bis zum Aequator herab bevölkern). Der arabische oder asiatische Zweig dagegen, die Eusemiten, auch wohl Semiten im engeren Sinne genannt, umfaßt die Bewohner der großen arabischen Halbinsel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten"), und sodann die höchst entwickelte Semiten-Gruppe, die Juden oder Hebräer und die Aramäer (Syrier und Chaldäer). Eine Colonie der südlichen Araber (der Himjariten), welche über die Bab-el-Mandeb-Enge setzte, hat Abessinien bevölkert (vergl. S. 624).

Die indogermanische Rasse endlich, welche alle übrigen Menschenrassen in der geistigen Entwickelung weit überflügelt hat, spaltete sich gleich der semitischen sehr früh schon in zwei divergente Zweige, den ario-romanischen und slavo-germanischen Zweig. Aus dem ersteren gingen einerseits die Arier (Inder und Iraner), andrerseits die Gräcoromanen (Griechen und Albanesen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem slavo-germanischen Zweige entwickelten sich einerseits die Slaven (russische und bulgarische, cechische und baltische Stämme), andrerseits die Germanen (Scandinavier und Deutsche, Niederländer und Angelsachsen). Wie sich die weitere Verzweigung der indogermanischen Rasse auf Grund der vergleichenden Sprachforschung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat August Schleicher in sehr anschaulicher Form genealogisch entwickelt[6]) (vergl. S. 625).

Die Gesammtzahl der menschlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwischen 1300 und 1400 Millionen. Auf unserer tabellarischen Uebersicht (S. 626) sind 1350 Millionen als Mittel an-

Digitized by Google

genommen. Davon kommen nach ungefährer Schätzung, soweit solche überhaupt möglich ist, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die schlichthaarigen Menschen. Die beiden höchst entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer, übertreffen an Individuenmasse bei weitem alle übrigen Menschenarten, indem auf jede derselben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechselt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Gesetze, daß im Kampfe ums Dasein die höher entwickelten, begünstigteren und größeren Formengruppen die bestimmte Neigung und die sichere Aussicht haben, sich immer mehr auf Kosten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländische Species, und innerhalb derselben die indogermanische Rasse, vermöge ihrer höheren Gehirnentwickelung alle übrigen Rassen und Arten im Kampf ums Dasein überflügelt, und spannt schon jetzt das Netz ihrer Herrschaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigstens in gewisser Beziehung, nur die mongolische Species. Innerhalb der Tropengegenden sind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre bessere Anpassungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenso in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima, vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geschützt. Dagegen werden die übrigen Rassen, die ohnehin sehr zusammengeschmolzen sind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf ums Dasein früher oder später gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Australier mit raschen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und dasselbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben so interessanten als schwierigen Frage von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menschenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse jede Antwort auf diese Frage nur als eine provisorische Hypothese gelten kann. Es ver-

Digitized by Google

hält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems" von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-*Hypothesen* wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-*Theorie* in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Katarhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den *Polyphyleten* jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den *Monophyleten* annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von *Urmensch* (Homo primigenius) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht *eine einzige Urheimath* an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies", die „Wiege des Menschengeschlechts", sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das *südliche Asien*. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch *Afrika* in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatsachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in direktem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagascar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Kontinents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer *Sclater* wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen *Lemuria* genannt worden. Wenn

Digitized by Google

wir dieſes Lemurien als Urheimath annehmen, ſo läßt ſich daraus am leichteſten die geographiſche Verbreitung der divergirenden Menſchenarten durch Wanderung erklären. (Vergl. die Migrations-Tafel XV, am Ende, und deren Erklärung.)

Von dem hypothetiſchen Urmenſchen (Homo primigenius), welcher ſich entweder in Lemurien oder in Südaſien (vielleicht auch im öſtlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine foſſilen Reſte. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche ſich zwiſchen den niederſten wollhaarigen Menſchen und den höchſten Menſchenaffen ſelbſt jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um ſich zwiſchen Beiden eine vermittelnde Zwiſchenform und in dieſer ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenſchen oder Affenmenſchen vorzuſtellen. Die Schädelform deſſelben wird ſehr langköpfig und ſchiefzähnig geweſen ſein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menſchenarten geweſen ſein, die Arme im Verhältniß länger und ſtärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit ſtark eingebogenen Knieen.

Eine eigentlich menſchliche Sprache, d. h. eine artikulirte Begriffsſprache, wird dieſer Affenmenſch noch nicht beſeſſen haben. Vielmehr entſtand die menſchliche Sprache, wie ſchon vorher bemerkt, erſt nachdem die Divergenz der Urmenſchenart in verſchiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Urſprachen iſt aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menſchenarten. Denn es iſt noch nicht gelungen, die vier Urſprachen der mittelländiſchen Species, das Baskiſche, Kaukaſiſche, Semitiſche und Indogermaniſche, auf eine einzige Urſprache zurückzuführen. Ebenſowenig laſſen ſich die verſchiedenen Negerſprachen von einer gemeinſamen Urſprache ableiten. Dieſe beiden Species, Mittelländer und Neger, ſind daher jedenfalls polyglottoniſch, d. h. ihre zahlreichen menſchlichen Sprachen ſind erſt entſtanden, nachdem bereits die Divergenz der ſprachloſen Stamm-

Digitized by Google

art in mehrere Rassen erfolgt war. Vielleicht sind auch die Mongolen, Arktiker und Amerikaner polyglottonisch. Monoglottonisch dagegen ist die malayische Menschenart. Alle ihre polynesischen und sundanesischen Dialekte und Sprachen lassen sich von einer gemeinsamen, längst untergegangenen Ursprache ableiten, die mit keiner andern Sprache der Erde verwandt ist. Ebenso monoglottonisch sind die übrigen Menschenarten: Nubier, Dravidas, Australier, Papuas, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 626).

Aus dem sprachlosen Urmenschen, den wir als die gemeinsame Stammart aller übrigen Species ansehen, entwickelten sich zunächst wahrscheinlich durch natürliche Züchtung verschiedene uns unbekannte, jetzt längst ausgestorbene Menschenarten, die noch auf der Stufe des sprachlosen Affenmenschen (Alalus oder Pithecanthropus) stehen blieben. Zwei von diesen Species, eine wollhaarige und eine schlichthaarige Art, welche am stärksten divergirten und daher im Kampfe ums Dasein über die andern den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen die übrigen Menschenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menschen (Ulotriches) breitete sich zunächst bloß auf der südlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Osten, theils nach Westen. Ueberreste des östlichen Zweiges sind die Papuas in Neuguinea und Melanesien, welche früher viel weiter westlich (in Hinterindien und Sundanesien) verbreitet waren, und erst später durch die Malayen nach Osten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreste des westlichen Zweiges sind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordosten aus eingewandert sind. Vielleicht während dieser Wanderung zweigten sich von ihnen die beiden nahe verwandten Species der Kaffern und Neger ab, die aber möglicherweise auch besonderen Zweigen von Affenmenschen ihren Ursprung verdanken.

Der zweite und entwickelungsfähigere Hauptzweig der Urmenschen-Art, die schlichthaarigen Menschen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südosten geflüchteten Rest ihrer gemeinsamen Stammform in den affenartigen Austra-

Digitized by Google

liern hinterlassen. Diesen letzteren sehr nahe standen vielleicht die südasiatischen Urmalayen oder Promalayen, mit welchem Namen wir vorher die ausgestorbene, hypothetische Stammform der übrigen sechs Menschenarten bezeichnet haben. Aus dieser unbekannten gemeinsamen Stammform scheinen sich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayen, die Mongolen und die Euplokamen entwickelt zu haben. Die ersten breiteten sich nach Osten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Westen hin aus.

Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt" der Malayen ist im südöstlichen Theile des asiatischen Festlandes zu suchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Kontinent, der früher bestand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem östlichen Lemurien unmittelbar zusammenhing. Von da aus breiteten sich die Malayen nach Südosten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, streiften dann, die Papuas vor sich hertreibend, nach Osten zu den Samoa- und Tonga-Inseln hin, und zerstreuten sich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inselwelt des südlichen pacifischen Oceans, bis nach den Sandwich-Inseln im Norden, den Mangareven im Osten und Neuseeland im Süden. Ein einzelner Zweig des malayischen Stammes wurde weit nach Westen verschlagen und bevölkerte Madagaskar.

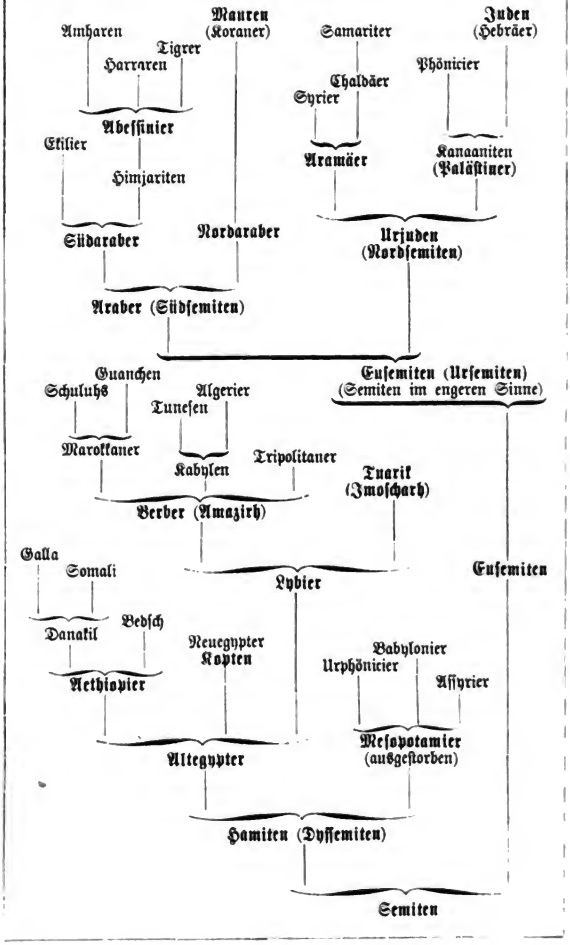
Der zweite Hauptzweig der Urmalayen, die Mongolen, breitete sich zunächst ebenfalls in Südasien aus und bevölkerte allmählich, von da aus nach Osten, Norden und Nordwesten ausstrahlend, den größten Theil des asiatischen Festlandes. Von den vier Hauptrassen der mongolischen Species sind wahrscheinlich die Indochinesen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der sich erst als divergirende Zweige die übrigen Rassen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer später entwickelten. Aus dem Westen Asiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und ein Theil der Osmanen in der Türkei die mongolische Species vertreten.

Digitized by Google

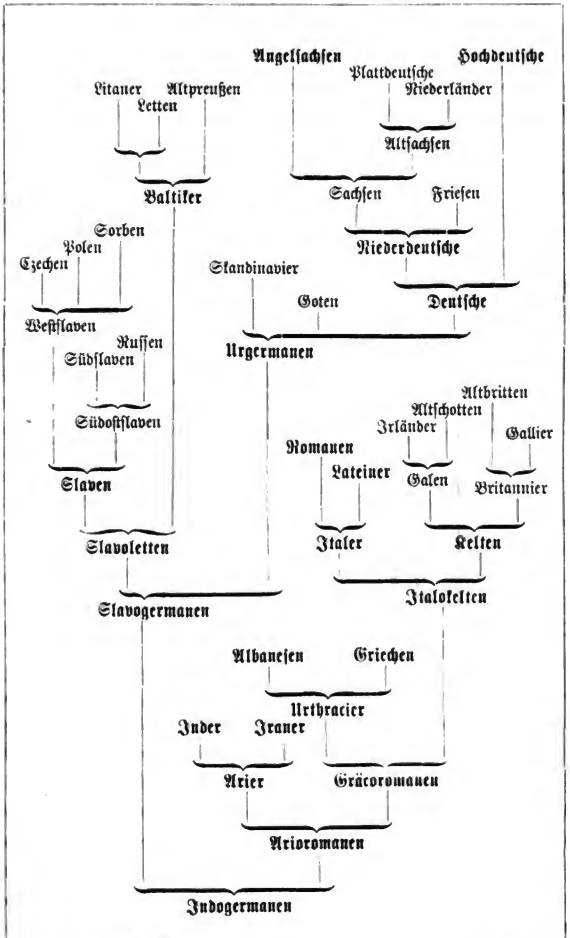
Andrerseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vormals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zusammenhing, ein Zweig der Mongolen in diesen Erdtheil hinüber. Als ein Ast dieses Zweiges, welcher durch Anpassung an die ungünstigen Existenzbedingungen des Polarklimas eigenthümlich rückgebildet wurde, sind die Arktiker oder Polarmenschen zu betrachten, die Hyperboräer im nordöstlichen Asien, die Eskimos im nördlichsten Amerika. Die Hauptmasse der mongolischen Einwanderer aber wanderte nach Süden, und breitete sich allmählich über ganz Amerika aus, zunächst über das nördliche, später über das südliche Amerika.

Der dritte und wichtigste Hauptzweig der Urmalayen, die Lockenvölker oder Euplokamen, haben uns vielleicht in den heutigen Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menschenart hinterlassen, die sich am wenigsten von der gemeinsamen Stammform der Euplokamen entfernt hat. Die Hauptmasse der letzteren, die mittelländische Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindostan?) aus nach Westen und bevölkerte die Küstenländer des Mittelmeeres, das südwestliche Asien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzweigung der semitischen Urvölker im nordöstlichen Afrika sind möglicherweise die Nubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hindurch bis fast zu dessen Westküste hinüberwanderten. Die divergirenden Zweige der indogermanischen Rasse haben sich am weitesten von der gemeinsamen Stammform des Affenmenschen entfernt. Von den beiden Hauptzweigen dieser Rasse hat im klassischen Alterthum und im Mittelalter der romanische Zweig (die graeco-italo-keltische Gruppe), in der Gegenwart aber der germanische Zweig im Wettlaufe der Kulturentwickelung die anderen Zweige überflügelt. Obenan stehen die Engländer und die Deutschen, welche vorzugsweise gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Entwickelungsgeschichte das Fundament für eine neue Periode der höheren geistigen Entwickelung legen. Die Empfänglichkeit für die Entwickelungstheorie und für die darauf gegründete monistische Philosophie bildet den besten Maßstab für den geistigen Entwickelungsgrad des Menschen.

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Syſtematiſche Ueberſicht der 12 Menſchen-Species.

N.B. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. Die Columne B deutet das phyletiſche Entwickelungsſtadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortſchreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; Re = Rückbildung und Ausſterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Urſprache an; Mn (Monoglottoniſch) bedeutet eine einfache Urſprache: Pl (Polyglottoniſch) eine mehrfache Urſprache der Species.

Tribus	Menſchen-Species	A	B	C	Heimath
Büſchelhaarige **Lophocomi** (ca. 2 Millionen)	1. **Papua**	2	Re	Mn	Neuguinea und Melaneſien, Philippinen, Malakka
	2. **Hottentotte**	$\frac{1}{50}$	Re	Mn	Südlichſtes Afrika (Capland)
Vließhaarige **Eriocomi** (ca. 150 Millionen)	3. **Kaffer**	20	Pr	Mn	Südafrika (zwiſchen 30° S. Br. und 5° N. Br.)
	4. **Neger**	130	Pr	Pl	Mittelafrika (zwiſchen dem Aequator und 30° N. Br.)
Straffhaarige **Euthycomi** (gegen 600 Millionen)	5. **Auſtralier**	$\frac{1}{12}$	Re	Mn	Auſtralien
	6. **Malaye**	30	Co	Mn	Malakka, Sundaneſien, Polyneſien u. Madagascar
	7 **Mongole**	550	Pr	Mn?	Aſien zum größten Theile, und nördliches Europa
	8. **Arktiker**	$\frac{1}{25}$	Co	Pl?	Nordöſtliches Aſien und nordöſtliches Amerika
	9. **Amerikaner**	12	Re	Mn?	Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichſten Theiles
Lockenhaarige **Euplocomi** (gegen 600 Millionen)	10. **Dravida**	34	Co	Mn	Südaſien (Vorderindien und Ceylon)
	11. **Nubier**	10	Co	Mn?	Mittelafrika (Nubien und Fulaland)
	12. **Mittelländer**	550	Pr	Pl	In allen Welttheilen, von Südaſien aus zunächſt nach Nordafrika und Südeuropa gewandert
	13. **Baſtarde der Arten**	11	Pr	Pl	In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Aſien
	Summa	1350			

Digitized by Google

Vierundzwanzigſter Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus aposterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der direkte Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht, und Einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens

Digitized by Google

die wichtigsten derselben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abstammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der ersten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorstellungen der menschlichen Individuen ihren Ursprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befassen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieser Vorträge bemerkte, hat die Wissenschaft, als das objektive Ergebniß der sinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißstrebens der menschlichen Vernunft, gar Nichts mit den subjektiven Vorstellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menschen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unselbstständigen Menge geglaubt werden. Dieser bei den verschiedenen Völkern höchst verschiedenartige Glaube, der vom „Aberglauben" nicht verschieden ist, fängt bekanntlich erst da an, wo die Wissenschaft aufhört. Die Naturwissenschaft betrachtet denselben nach dem Grundsatze Friedrich's des Großen, „daß jeder auf seine Façon selig werden kann", und nur da tritt sie nothwendig in Konflikt mit besonderen Glaubensvorstellungen, wo dieselben der freien Forschung eine Grenze, und der menschlichen Erkenntniß ein Ziel setzen wollen, über welches dieselbe nicht hinaus dürfe. Das ist nun allerdings gewiß hier im stärksten Maße der Fall, da die Entwickelungslehre sich zur Aufgabe das höchste wissenschaftliche Problem gesetzt hat, das wir uns setzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbesondere des Werdens der organischen Formen, an ihrer Spitze des Menschen. Hier ist es nun jedenfalls eben so das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forschung, keinerlei menschliche Autorität zu scheuen, und mutbig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen sein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, steht

Digitized by Google

überall in der Natur geschrieben, und jedem Menschen mit gesunden Sinnen und gesunder Vernunft steht es frei, in diesem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forschen und selbstständiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abstammungslehre unberücksichtigt lassen können, die etwa von den Priestern der verschiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, so werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigsten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wissenschaftlich begründet erscheinen, und von denen man zugestehen muß, daß man durch sie auf den ersten Blick in gewissem Grade eingenommen und von der Annahme der Abstammungslehre zurückgeschreckt werden kann. Unter diesen Einwänden erscheint Vielen als der wichtigste derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir sind nicht gewohnt, mit so ungeheuren Zeitmaßen umzugehen, wie sie für die Schöpfungsgeschichte erforderlich sind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entstanden sind, nicht nach einzelnen Jahrtausenden berechnen müssen, sondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtausenden. Allein schon die Dicke der geschichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Wasser erforderlich waren, und der zwischen diesen Senkungszeiträumen verflossenen Hebungszeiträume beweisen uns eine Zeitdauer der organischen Erdgeschichte, welche unser menschliches Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Wir sind hier in derselben Lage, wie in der Astronomie betreffs des unendlichen Raumes. Wie wir die Entfernungen der verschiedenen Planetensysteme nicht nach Meilen, sondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einschließt, so müssen wir in der organischen Erdgeschichte nicht nach Jahrtausenden, sondern nach paläontologischen oder geologischen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtausende, und manche vielleicht Millionen oder selbst Milliarden von Jahrtausenden umfaßt. Es ist sehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge

Digitized by Google

dieſer Zeiträume ſchätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande ſind, mittelſt unſerer beſchränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anſchauung von dieſen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine ſichere mathematiſche Baſis wie in der Aſtronomie beſitzen, um nur die ungefähre Länge des Maßſtabes irgendwie in Zahlen feſtzuſtellen. Nur dagegen müſſen wir uns auf das Beſtimmteſte verwahren, daß wir in dieſer außerordentlichen, unſere Vorſtellungskraft vollſtändig überſteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre ſehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinanderſetzte, iſt es im Gegentheil vom Standpunkte der ſtrengſten Philoſophie das Gerathenſte, dieſe Schöpfungsperioden möglichſt lang vorauszuſetzen, und wir laufen um ſo weniger Gefahr, uns in dieſer Beziehung in unwahrſcheinliche Hypotheſen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organiſchen Entwickelungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permiſche Periode annehmen, deſto eher können wir begreifen, wie innerhalb derſelben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit ſo ſcharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meiſten Menſchen gegen die Annahme ſo unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorſtellung groß gezogen werden, die ganze Erde ſei nur einige tauſend Jahre alt. Außerdem iſt das Menſchenleben, welches höchſtens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitſpanne, welche ſich am wenigſten eignet, als Maßeinheit für jene geologiſchen Perioden zu gelten. Unſer Leben iſt ein einzelner Tropfen im Meere der Ewigkeit. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftauſend Jahren überſteigt, und denken Sie andrerſeits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infuſorien, wo das Individuum als ſolches nur wenige Tage, oder ſelbſt nur wenige Stunden lebt. Dieſe Ver-

Digitized by Google

gleichung stellt uns die Relativität alles Zeitmaßes auf das Unmittelbarste vor Augen. Ganz gewiß müssen ungeheure, uns gar nicht vorstellbare Zeiträume verflossen sein, während die stufenweise historische Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor sich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine bestimmte Grenze für die Länge jener phyletischen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich systematischen Zoologen und Botanikern, gegen die Abstammungslehre erhoben wird, ist der, daß man keine Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Arten finden könne, während man diese doch nach der Abstammungslehre in Menge finden müßte. Dieser Einwurf ist zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es existiren Uebergangsformen sowohl zwischen lebenden, als auch zwischen ausgestorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, sehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend ins Auge zu fassen. Grade diejenigen sorgfältigsten Untersucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade diese finden wir in ihren speciellen Untersuchungsreihen beständig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten scharf zu unterscheiden. In allen systematischen Werken, welche einigermaßen gründlich sind, begegnen Sie endlosen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterscheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden seien. Daher bestimmt auch jeder Naturforscher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich schon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derselben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Systematiker alle diese verschiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species" betrachten. Man findet in der That bei den meisten Formengruppen Uebergangsformen und Zwischenstufen zwischen den einzelnen Species in Hülle und Fülle.

Digitized by Google

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt ſich indeſſen ganz einfach durch das Prinzip der Divergenz oder Sonderung, deſſen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umſtand, daß der Kampf um das Daſein um ſo heftiger zwiſchen zwei verwandten Formen iſt, je näher ſie ſich ſtehen, muß nothwendig das baldige Erlöſchen der verbindenden Zwiſchenformen zwiſchen zwei divergenten Arten begünſtigen. Wenn eine und dieſelbe Species nach verſchiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die ſich zu neuen Arten geſtalten, ſo muß der Kampf zwiſchen dieſen neuen Formen und der gemeinſamen Stammform um ſo lebhafter ſein, je weniger ſie ſich von einander entfernen, dagegen um ſo weniger gefährlich, je ſtärker die Divergenz iſt. Naturgemäß werden alſo die verbindenden Zwiſchenformen vorzugsweiſe und meiſtens ſehr ſchnell ausſterben, während die am meiſten divergenten Formen als getrennte „neue Arten" übrig bleiben und ſich fortpflanzen. Dem entſprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in ſolchen Gruppen, welche ganz im Ausſterben begriffen ſind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Camele, Zahnarmen und Schnabelthiere. Dieſe im Erlöſchen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neuen Varietäten mehr, und naturgemäß ſind hier die Arten ſogenannte „gute", d. h. ſcharf von einander geſchiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortſchritt ſich geltend macht, wo die exiſtirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall maſſenhaft Uebergangsformen vor, welche der Syſtematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das iſt z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meiſten Nagethieren (beſonders den mäuſe- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbeſondere bei den ſüdamerikaniſchen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Maſſe von Zwiſchenformen, welche die ſogenannten guten

Digitized by Google

Arten verbinden, ihre Grenzen verwiſchen und ihre ſcharfe ſpecifiſche Unterſcheidung ganz illuſoriſch machen.

Daß dennoch keine vollſtändige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengeſtalten entſteht, hat einfach ſeinen Grund in dem Gegengewicht, welches gegenüber der Entſtehung neuer Formen durch fortſchreitende Anpaſſung, die erhaltende Macht der Vererbung ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organiſche Form zeigt, iſt lediglich bedingt durch den jeweiligen Zuſtand des Gleichgewichts zwiſchen dieſen beiden ſich entgegenſtehenden Funktionen. Die Vererbung iſt die Urſache der Beſtändigkeit der Species; die Anpaſſung iſt die Urſache der Abänderung der Art. Wenn alſo einige Naturforſcher ſagen, offenbar müßte nach der Abſtammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen ſtattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel ſtrengere Gleichheit der Formen ſich zeigen, ſo unterſchätzen die erſteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpaſſung. Der Grad der Wechſelwirkung zwiſchen der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt den Grad der Beſtändigkeit und Veränderlichkeit der organiſchen Species, den dieſelbe in jedem gegebenen Zeitabſchnitt beſitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Deſcendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforſcher und Philoſophen ein großes Gewicht beſitzt, beſteht darin, daß dieſelbe die Entſtehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechaniſch wirkende Urſachen behauptet. Dieſer Einwurf erſcheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz beſtimmten Zweck ſo vortrefflich angepaßt erſcheinen, daß die ſcharfſinnigſten Mechaniker nicht im Stande ſein würden, ein vollkommneres Organ für dieſen Zweck zu erfinden. Solche Organe ſind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, ſo würden dieſelben uns in der That große und vielleicht un-

Digitized by Google

überſteigliche Schwierigkeiten verurſachen. Wie könnte man ſich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchſt bewundernswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte über alle Hinderniſſe hinweg. Denn wenn wir die ſtufenweiſe Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, ſo finden wir eine ſolche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das ſchönſte die Entwickelung der höchſt verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erſcheint z. B. das Auge bei den niederſten Thieren als ein einfacher Farbſtoffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenſtänden entwerfen, ſondern höchſtens den Unterſchied der verſchiedenen Lichtſtrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu dieſem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt ſich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erſte Anlage der Linſe, ein lichtbrechender Körper, der ſchon im Stande iſt, die Lichtſtrahlen zu concentriren und ein beſtimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zuſammengeſetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges; die verſchieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. ſ. w., welche bei den höheren Thieren dieſes Werkzeug ſo vollkommen geſtalten. Von jenem einfachſten Organ bis zu dieſem höchſt vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, ſo daß wir uns die ſtufenweiſe, allmähliche Bildung auch eines ſolchen höchſt complicirten Organes wohl anſchaulich machen können. Ebenſo wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen ſtufenweiſen Fortſchritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenſo muß derſelbe auch in der geſchichtlichen (phyletiſchen) Entſtehung des Organs ſtattgefunden haben.

Bei Betrachtung ſolcher höchſt vollkommenen Organe, die ſcheinbar von einem künſtleriſchen Schöpfer für ihre beſtimmte Thätigkeit

Digitized by Google

zweckmäßig erfunden und construirt, in der That aber durch die zwecklose Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechanisch entstanden sind, empfinden viele Menschen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verständnisses, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugnissen unserer neuesten Maschinenkunst. Die Wilden, welche zum erstenmal ein Linienschiff oder eine Locomotive sehen, halten diese Gegenstände für die Erzeugnisse übernatürlicher Wesen, und können nicht begreifen, daß der Mensch, ein Organismus ihres Gleichen, eine solche Maschine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menschen unserer eigenen Rasse sind nicht im Stande, einen so verwickelten Apparat in seiner eigentlichen Wirksamkeit zu begreifen und die rein mechanische Natur desselben zu verstehen. Die meisten Naturforscher verhalten sich aber, wie Darwin sehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienschiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verständniß von der rein mechanischen Entstehung der organischen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologische Bildung und durch die specielle Bekanntschaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abstammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht besitzt: Wie soll man sich aus der Descendenztheorie die Geistesthätigkeiten der Thiere und namentlich die specifischen Aeußerungen derselben, die sogenannten Instinkte entstanden denken? Diesen schwierigen Gegenstand hat Darwin in einem besonderen Kapitel seines Hauptwerkes (im siebenten) so ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweisen kann. Wir müssen die Instinkte wesentlich als Gewohnheiten der Seele auffassen, welche durch Anpassung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befestigt worden sind. Die Instinkte verhalten sich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Gesetzen der gehäuften Anpassung

Digitized by Google

(S. 209) und der befeſtigten Vererbung (S. 194) zur Entſtehung neuer Funktionen und ſomit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechſelwirkung zwiſchen Funktion und Organ Hand in Hand. Ebenſo wie die Geiſtesfähigkeiten des Menſchen ſtufenweiſe durch fortſchreitende Anpaſſung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befeſtigt wurden, ſo ſind auch die Inſtinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verſchieden ſind, durch ſtufenweiſe Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervenſyſtems, durch Wechſelwirkung der Anpaſſung und Vererbung, entſtanden. Die Inſtinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, alſo neue Anpaſſungen der Thierſeele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verſchiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande ſind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpaſſung. Wir kennen jetzt ſchon eine Reihe von Beiſpielen, in denen ſolche Anpaſſungen, nachdem ſie erblich durch eine Reihe von Generationen ſich übertragen hatten, ſchließlich als angeborene Inſtinkte erſchienen, und doch waren ſie von den Voreltern der Thiere erſt erworben. Hier iſt die Dreſſur durch Vererbung in Inſtinkt übergegangen. Die charakteriſtiſchen Inſtinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche ſie mit auf die Welt bringen, ſind ebenſo wie die Naturinſtinkte der wilden Thiere von ihren Voreltern erſt durch Anpaſſung erworben worden. Sie ſind in dieſer Beziehung den angeblichen „Erkenntniſſen a priori“ des Menſchen zu vergleichen, die urſprünglich von unſeren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntniſſen) „a posteriori“, durch ſinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich ſchon früher bemerkte, ſind offenbar die „Erkenntniſſe a priori“ erſt durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpaſſungen aus urſprünglich empiriſchen „Erkenntniſſen a posteriori“ entſtanden (S. 29).

Die ſo eben beſprochenen und widerlegten Einwände gegen die Deſcendenztheorie dürften wohl die wichtigſten ſein, welche ihr ent-

Digitized by Google

gegengehalten worden ſind. Ich glaube Ihnen deren Grundloſigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologiſchen Theil derſelben, die Abſtammungslehre, im Beſonderen erhoben worden ſind, beruhen entweder auf einer ſolchen Unkenntniß der empiriſch feſtgeſtellten Thatſachen, oder auf einem ſolchen Mangel an richtigem Verſtändniß derſelben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig ſich ergebenden Folgeſchlüſſe zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Geſichtspunkte möchte ich Ihnen in dieſer Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächſt iſt hinſichtlich des erſterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abſtammungslehre vollſtändig zu verſtehen, und um ſich ganz von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Geſammtheit des biologiſchen Erſcheinungsgebietes unerläßlich iſt. *Die Deſcendenztheorie iſt eine biologiſche Theorie*, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welches darüber ein gültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologiſcher Bildung beſitzen. Dazu genügt es nicht, daß ſie in dieſem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protiſtik ſpecielle Erfahrungskenntniſſe beſitzen. Vielmehr müſſen ſie nothwendig eine *allgemeine Ueberſicht der geſammten Erſcheinungsreihen* wenigſtens in einem der drei organiſchen Reiche beſitzen. Sie müſſen wiſſen, welche allgemeinen Geſetze aus der vergleichenden Morphologie und Phyſiologie der Organismen, insbeſondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte u. ſ. w. ſich ergeben, und ſie müſſen eine Vorſtellung von dem tiefen *mechaniſchen, urſächlichen Zuſammenhang* haben, in dem alle jene Erſcheinungsreihen ſtehen. Selbſtverſtändlich iſt dazu ein gewiſſer Grad allgemeiner Bildung und namentlich philoſophiſcher Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. *Ohne die nothwendige Verbindung von empiriſchen*

Digitized by Google

Kenntnissen und von philosophischem Verständniß der biologischen Erscheinungen kann die unerschütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieser ersten Vorbedingung für das wahre Verständniß der Descendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die sich herausgenommen haben, über dieselbe mündlich oder schriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meisten derselben sind Laien, welche die wichtigsten biologischen Erscheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorstellung von ihrer tieferen Bedeutung besitzen. Was würden Sie von einem Laien sagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen gesehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie solchen lächerlichen Anmaßungen in der Geschichte der biologischen Descendenztheorie alle Tage! Sie hören Tausende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entscheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik, noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie, noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie, noch von Embryologie Etwas wissen. Daher kömmt es, daß, wie Huxley treffend sagt, die allermeisten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth sind, auf dem sie geschrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Descendenztheorie doch auch viele Naturforscher, und selbst manche berühmte Zoologen und Botaniker sind. Die letzteren sind jedoch meist ältere Gelehrte, die in ganz entgegengesetzten Anschauungen alt geworden sind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens sich einer Reform ihrer, zur festen Gewohnheit gewordenen, Weltanschauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Uebersicht des ganzen biologischen Erscheinungsgebiets, sondern auch ein philosophisches Verständniß desselben nothwendige Vorbedingungen für die überzeugte Annahme der Descendenztheorie sind. Nun

Digitized by Google

finden Sie aber gerade diese unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theile der heutigen Naturforscher leider keineswegs erfüllt. Die Unmasse von neuen empirischen Thatsachen, mit denen uns die riesigen Fortschritte der neueren Naturwissenschaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrschende Neigung für das specielle Studium einzelner Erscheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfassenden Naturganzen meist völlig vernachlässigt. Jeder, der gesunde Augen und ein Mikroskop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroskopische „Entdeckungen" eine gewisse Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforschers zu verdienen. Dieser gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erscheinungen zu *kennen*, sondern auch deren ursächlichen Zusammenhang zu *erkennen* strebt. Noch heute untersuchen und beschreiben die meisten Paläontologen die Versteinerungen, ohne die wichtigsten Thatsachen der Embryologie zu kennen. Andrerseits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeschichte des einzelnen organischen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologischen Entwickelungsgeschichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Versteinerungen berichten. Und doch stehen diese beiden Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, die Ontogenie oder die Geschichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geschichte des Stammes, im engsten ursächlichen Zusammenhang, und die eine ist ohne die andere gar nicht zu verstehen. Aehnlich steht es mit dem systematischen und dem anatomischen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Systematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße sorgfältige Untersuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche System der Thiere und Pflanzen construiren zu können. Andrerseits giebt es Anatomen und Histologen, welche das eigentliche Verständniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueste Erforschung des inneren Körperbaues

Digitized by Google

einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der geſammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch ſteht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpaſſung in der engſten Wechſelbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verſtanden werden. Jenen einſeitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müſſet im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts iſt drinnen, Nichts iſt draußen,
„Denn was innen, das iſt außen.“

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
„Alles iſt ſie mit einem Male.“

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einſeitige Richtung, iſt für das allgemeine Verſtändniß des Naturganzen der Mangel an philoſophiſcher Bildung, durch welchen ſich die meiſten Naturforſcher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren ſpekulativen Naturphiloſophie, aus dem erſten Drittel unſeres Jahrhunderts, haben bei den exakten empiriſchen Naturforſchern die ganze Philoſophie in einen ſolchen Mißkredit gebracht, daß dieſelben in dem ſonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwiſſenſchaft aus bloßen Thatſachen, ohne philoſophiſche Verknüpfung derſelben, aus bloßen Kenntniſſen, ohne Verſtändniß derſelben, aufbauen zu können. Während aber ein rein ſpeculatives, abſolut philoſophiſches Lehrgebäude, welches ſich nicht um die unerläßliche Grundlage der empiriſchen Thatſachen kümmert, ein Luftſchloß wird, das die erſte beſte Erfahrung über den Haufen wirft, ſo bleibt andrerſeits ein rein empiriſches, abſolut aus Thatſachen zuſammengeſetztes Lehrgebäude ein wüſter Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung feſtgeſtellten Thatſachen ſind immer nur die rohen Bauſteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philoſophiſche Verknüpfung

Digitized by Google

derselben kann keine Wissenschaft sich aufbauen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich vorzustellen versuchte, *entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft*, oder was dasselbe ist, der *Naturwissenschaft*.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft" gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Quersprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich die Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht." Nur durch allgemeinere philosophische Studien und namentlich durch strengere logische Erziehung des Geistes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I, 63; II, 447).

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten *Beweisen für die Descendenztheorie* verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute,

Digitized by Google

welche kurz nach dem Erſcheinen von Darwin's Werke daſſelbe für ein „bodenloſes Phantaſiegebäude", für eine „willkürliche Speculation", für einen „geiſtreichen Traum" erklärten, dieſelben laſſen ſich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Deſcendenztheorie allerdings eine wiſſenſchaftliche „Hypotheſe" ſei, daß dieſelbe aber erſt noch „bewieſen" werden müſſe. Wenn dieſe Aeußerungen von Leuten geſchehen, die nicht die erforderliche empiriſch-philoſophiſche Bildung, die nicht die nöthigen Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie beſitzen, ſo läßt man ſich das gefallen, und verweiſt ſie auf die in jenen Wiſſenſchaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geſchehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Geſammtgebiet ihrer Wiſſenſchaft beſitzen ſollten, oder die wirklich mit den Thatſachen jener genannten Wiſſenſchaftsgebiete vertraut ſind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu ſagen ſoll. Diejenigen, denen ſelbſt der jetzt bereits gewonnene Schatz an empiriſcher Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Deſcendenztheorie ſicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch ſpäter zu entdeckende Thatſache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann ſich keine Verhältniſſe vorſtellen, welche ſtärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abſtammungslehre ablegen könnten, als es z. B. die bekannten Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſchon jetzt thun. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweiſen, daß alle großen, allgemeinen Geſetze und alle umfaſſenden Erſcheinungsreihen der verſchiedenſten biologiſchen Gebiete einzig und allein durch die Entwickelungstheorie (und ſpeciell durch den biologiſchen Theil derſelben, die Deſcendenztheorie) erklärt und verſtanden werden können, und daß ſie ohne dieſelbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren urſächlichen Zuſammenhang die Deſcendenztheorie als das größte biologiſche Inductionsgeſetz. Erlauben Sie mir, Ihnen ſchließlich

Digitized by Google

nochmals alle jene Inductionsreihen, alle jene allgemeinen biologischen Gesetze, auf welchen dieses umfassende Entwickelungsgesetz unumstößlich fest ruht, im Zusammenhange zu nennen:

1) Die paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, das stufenweise Auftreten und die historische Reihenfolge der verschiedenen Arten und Artengruppen, die empirischen Gesetze des paläontologischen Artenwechsels, wie sie uns durch die Versteinerungskunde geliefert werden, insbesondere die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeschichte.

2) Die individuelle Entwickelungsgeschichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die stufenweisen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und seiner einzelnen Organe, namentlich die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung.

3) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwischen der individuellen Entwickelungsgeschichte der Organismen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte ihrer Vorfahren, ein Causalnexus, der durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung thatsächlich begründet wird, und der sich in den Worten zusammenfassen läßt: Die Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung das Gesammtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der wesentlichen Uebereinstimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verschiedenheit der äußeren Form bei den verschiedenen Arten; die Erklärung derselben durch die ursächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinstimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpassung.

Digitized by Google

5) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte, die harmonische Uebereinstimmung zwischen den Gesetzen der stufenweisen Ausbildung, der fortschreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie sie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, wie ich früher die Wissenschaft von den rudimentären Organen, von den verkümmerten und entarteten, zwecklosen und untätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigsten und interessantesten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig gewürdigt, für sich allein schon im Stande ist, den Grundirrthum der teleologischen und dualistischen Naturbetrachtung zu widerlegen, und die alleinige Begründung der mechanischen und monistischen Weltanschauung zu beweisen.

7) Das natürliche System der Organismen, die natürliche Gruppirung aller verschiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protisten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der verwandtschaftliche Zusammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen, Stämme u. s. w.; ganz besonders aber die baumförmig verzweigte Gestalt des natürlichen Systems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zusammenstellung aller dieser Gruppenstufen oder Kategorien sich von selbst ergiebt. Die stufenweis verschiedene Formverwandtschaft derselben ist nur dann erklärlich, wenn man sie als Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtschaft betrachtet; die Baumform des natürlichen Systems kann nur als wirklicher Stammbaum der Organismen verstanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wissenschaft von der räumlichen Verbreitung der organischen Species, von ihrer geographischen und topographischen Vertheilung über die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

Digitized by Google

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" (richtiger „Urheimath" oder „Ausbreitungscentrum" genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich verbreitete.

9) Die Oecologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Oekonomie der Natur", die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Gerade diese Erscheinungen der „Naturökonomie", welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik uud Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Digitized by Google

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugniſſe würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologiſchen Phänomene ſelbſt dann annehmen müſſen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie beſäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erſtere durch die letztere ſo vollſtändig direkt bewieſen und durch mechaniſche Urſachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Geſetze der Vererbung und der Anpaſſung ſind allgemein anerkannte phyſiologiſche Thatſachen; jene ſind auf die Fortpflanzung, dieſe auf die Ernährung der Zellen zurückführbar. Andrerſeits iſt der Kampf um's Daſein eine biologiſche Thatſache, welche mit mathematiſcher Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwiſchen der Durchſchnittszahl der organiſchen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpaſſung und Vererbung im Kampf um's Daſein ſich in beſtändiger Wechſelwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beſtändig umbildend auf die organiſchen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Beſonders begünſtigt wird ihre Wirkſamkeit noch durch die überall ſtattfindenden aktiven und paſſiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir dieſe Umſtände recht in Erwägung ziehen, ſo erſcheint uns die beſtändige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organiſchen Species als ein biologiſcher Prozeß, welcher nach dem Cauſalgeſetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenſeitigen Wechſelbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Urſprung des Menſchen aus dieſem allgemeinen organiſchen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er ſich aus dieſem ebenſo einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewieſen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zuſammenhang dieſer ſogenannten „Affenlehre" oder „Pithekoidentheorie" mit der geſammten Descendenztheorie hinzuweiſen. Wenn die letztere das größte Inductionsgeſetz der Biologie iſt, ſo folgt daraus die erſtere mit Nothwendigkeit, als das wichtigſte Deductionsgeſetz

Digitized by Google

derſelben. Beide ſtehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verſtändniß dieſes Satzes, den ich für höchſt wichtig halte und deshalb ſchon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, ſo erlauben Sie mir, denſelben jetzt noch an einem Beiſpiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, iſt der Centraltheil des Nervenſyſtems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zuſammengeſetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsſchluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgeſtorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben ſo gut wie die von uns unterſuchten Species, die gleiche Organiſation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark beſitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkömmt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Hirſchart, oder eine neue Affenart, ſo weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derſelben unterſucht zu haben, ganz beſtimmt, daß dieſe Species, eben ſo wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark beſitzen muß. Keinem einzigen Naturforſcher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervenſyſtem bei dieſer neuen Säugethierart möglicherweiſe aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliederthieren, oder aus zerſtreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren beſtehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Inſekten, oder einkammerig, wie bei den Mantelthieren ſein könnte. Jener ganz beſtimmte und ſichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, iſt ein Deductionsſchluß. Ebenſo begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsſchluß, daß dieſelben ſämmtlich einen Zwiſchenkiefer beſitzen, und zog daraus ſpäter den beſonderen Deductionsſchluß, daß auch der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen nicht weſentlich von den anderen Säugethieren verſchieden ſei, einen ſolchen Zwiſchenkiefer beſitzen müſſe. Er behauptete dieſen Schluß, ohne den Zwi-

Digitized by Google

ſchenkiefer des Menſchen wirklich geſehen zu haben, und bewies deſſen Exiſtenz erſt nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 76).

Die Induction iſt alſo ein logiſches Schlußverfahren aus dem Beſonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen ſchließt aus dem Allgemeinen auf das Beſondere, aus einem allgemeinen Naturgeſetze auf einen einzelnen Fall. So iſt nun auch ohne allen Zweifel die Deſcendenztheorie ein durch alle genannten biologiſchen Erfahrungen empiriſch begründetes großes Inductionsgeſetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Menſch ſich aus niederen, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren, entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgeſetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgeſetze unzertrennlich verbunden iſt.

Der Stammbaum des Menſchengeſchlechts, deſſen ungefähre Umriſſe ich Ihnen im vorletzten Vortrage gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen ſeinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogiſche Hypotheſe. Dies thut aber der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Unterſuchungen über die Abſtammungsverhältniſſe der Organismen, müſſen Sie wohl unterſcheiden zwiſchen der allgemeinen oder generellen Deſcendenz-Theorie, und der beſonderen oder ſpeciellen Deſcendenz-Hypotheſe. Die allgemeine Abſtammungs-Theorie beanſprucht volle und bleibende Geltung, weil ſie durch alle vorher genannten allgemeinen biologiſchen Erſcheinungsreihen und durch deren inneren urſächlichen Zuſammenhang inductiv begründet wird. Jede beſondere Abſtammungs-Hypotheſe dagegen iſt in ihrer ſpeciellen Geltung durch den jeweiligen Zuſtand unſerer biologiſchen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objektiven empiriſchen Grundlage, auf welche wir durch ſubjektive Schlüſſe dieſe Hypotheſe deductiv gründen. Daher beſitzen alle einzelnen Verſuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unſere ſpecielle Hypotheſe darüber

Digitized by Google

wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortschreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogische Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeste und Zweige des Stammbaumes verfolgen, desto unsicherer und subjektiver wird, wegen der Unvollständigkeit der empirischen Grundlagen, unsere specielle Abstammungs-Hypothese. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abstammungs-Theorie, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verständniß der biologischen Erscheinungen ist, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abstammung des Menschen zunächst aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und so immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierstammes, bis zu dessen tiefsten wirbellosen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plastide herunter, als allgemeine Theorie mit voller Sicherheit behaupten können und müssen. Dagegen wird die specielle Verfolgung des menschlichen Stammbaums, die nähere Bestimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menschen gehörten oder diesen wenigstens nächststehende Blutsverwandte waren, stets eine mehr oder minder annähernde Descendenz-Hypothese bleiben, welche um so mehr Gefahr läuft, sich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher sie demselben durch Aufsuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen sucht. Dies ist mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse bedingt, welche unter keinen Umständen jemals eine annähernde Vollständigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieses wichtigen Verhältnisses ergiebt sich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächst bei Besprechung dieses Gegenstandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wissenschaftlichen Beweisen für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte

Digitized by Google

der Naturwiſſenſchaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geſchwänzten Menſchenraſſe oder einer ſprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder foſſilen Uebergangsform zwiſchen Menſchen und Affen, die zwiſchen beiden beſtehende enge Kluft noch mehr ausfüllen und ſomit die Abſtammung des Menſchen vom Affen empiriſch „beweiſen" ſoll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären ſie anſcheinend noch ſo überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünſchten Beweis liefern. Gedankenloſe oder mit den biologiſchen Erſcheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugniſſen immer dieſelben Einwände entgegen halten können, die ſie unſerer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumſtößliche Sicherheit der Deſcendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menſchen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empiriſche Erfahrungen, ſondern nur durch philoſophiſche Vergleichung und Verwerthung unſeres geſammten biologiſchen Erfahrungsſchatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Deſcendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgeſetz aus der vergleichenden Syntheſe aller organiſchen Naturerſcheinungen, und insbeſondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umſtänden (ganz abgeſehen von allen Einzelbeweiſen) ein ſpecieller Deductionsſchluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgeſetz der Deſcendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verſtändniß dieſer philoſophiſchen Begründung der Deſcendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kommt meiner Anſicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geiſtigen Entwickelung des Menſchen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der erſteren beſchäftigt haben, ſo iſt es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch ſie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgeſetze

Digitized by Google

unterworfen ist. Dabei ist es vor Allem nothwendig, sich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geistige vom Körperlichen nie völlig geschieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden sind, und in der innigsten Wechselwirkung mit einander stehen. Wie schon Goethe klar aussprach, „kann die Materie nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Der künstliche Zwiespalt, welchen die falsche dualistische und teleologische Philosophie der Vergangenheit zwischen Geist und Körper, zwischen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, ist durch die Fortschritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöst, und kann gegenüber der siegreichen mechanischen und monistischen Philosophie unserer Zeit nicht mehr bestehen. Wie demgemäß die Menschennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit besonders Nadenhausen in seiner vortrefflichen „Isis"[33]) und Hartmann in seiner berühmten „Philosophie des Unbewußten" ausführlich erörtert.

Was nun speciell den Ursprung des menschlichen Geistes oder der Seele des Menschen betrifft, so nehmen wir zunächst an jedem menschlichen Individuum wahr, daß sich dieselbe von Anfang an schrittweise und allmählich entwickelt, ebenso wie der Körper. Wir sehen am neugeborenen Kinde, daß dasselbe weder selbstständiges Bewußtsein, noch überhaupt klare Vorstellungen besitzt. Diese entstehen erst allmählich, wenn mittelst der sinnlichen Erfahrung die Erscheinungen der Außenwelt auf das Centralnervensystem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachsene Mensch erst durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieser stufenweisen Entwickelung der Menschenseele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die stufenweise Entwickelung der Menschenseele in der ganzen Menschheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierstamme zurückschließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geist des Menschen alle jene langsamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen

Digitized by Google

Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmessen müssen, von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Funktionen der Organismen muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwickelung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier, wie überall, ist die Untersuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß *zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt*, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwischen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend studiren[51]). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australier, einige Stämme der polynesischen Papuas, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten

und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheidte Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika haben von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, noch gar keinen Begriff. Sie leben in umherschweifenden Heerden beisammen, welche in ihrer ganzen Lebensweise mehr Aehnlichkeit mit wilden Affenheerden, als mit civilisirten Menschen-Staaten besitzen. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben[44]).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwickelungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere

Digitized by Google

jenen niederſten Menſchenformen ſich an die Seite ſtellen, oder ſie ſelbſt entſchieden überflügeln. Der Wille iſt bei den höheren Thieren ebenſo entſchieden und ſtark, wie bei charaktervollen Menſchen entwickelt. Hier wie dort iſt er eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch eine Kette von urſächlichen Vorſtellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch ſtufen ſich die verſchiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenſchaft bei den höheren Thieren ebenſo mannichfaltig, als bei den Menſchen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere ſind nicht weniger zart und warm, als die der Menſchen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inſeparables iſt ſprichwörtlich, und wie vielen Menſchen könnte ſie zum Muſter dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Inſtinkte" zu bezeichnen pflegt, ſo verdienen ſie beim Menſchen ganz dieſelbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, deſſen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meiſten Schwierigkeiten bietet, ſo läßt ſich doch ſchon aus der vergleichenden pſychologiſchen Unterſuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, ſo viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denſelben Geſetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorſtellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zuſammenhangs zwiſchen Urſache und Wirkung. Ueberall iſt es, wie beim Menſchen, der Weg der Induction und Deduction, welcher die Thiere zur Bildung der Schlüſſe führt. Offenbar ſtehen in allen dieſen Beziehungen die höchſt entwickelten Thiere dem Menſchen viel näher als den niederen Thieren, obgleich ſie durch eine lange Kette von allmählichen Zwiſchenſtufen auch mit den letzteren verbunden ſind. In Wundts trefflichen Vorleſungen über die Menſchen- und Thierſeele [46]) finden ſich dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niederſten affenähnlichſten Menſchen, die Auſtralneger, Buſchmänner, Andamanen u. ſ. w. einerſeits mit dieſen höchſtentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andrerſeits mit den höchſtentwickelten Menſchen, einem Ariſtoteles, Newton, Spinoza, Kant, La-

Digitized by Google

marck, Goethe zuſammenſtellen, ſo wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erſcheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere ſich ſtufenweiſe zu demjenigen des Menſchen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine ſcharfe Grenze ziehen wollten, ſo müßten Sie dieſelbe geradezu zwiſchen den höchſtentwickelten Kulturmenſchen einerſeits und den roheſten Naturmenſchen andrerſeits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das iſt in der That die Anſicht vieler Reiſender, welche jene niederſten Menſchenraſſen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So ſagt z. B. ein vielgereiſter Engländer, welcher längere Zeit an der afrikaniſchen Weſtküſte lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menſchenart (Species) und kann mich nicht entſchließen, als „Menſch und Bruder" auf ihn herabzuſchauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen". Selbſt viele chriſtliche Miſſionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtloſen Civiliſationsbeſtrebungen bei den niederſten Völkern abſtanden, fällen daſſelbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als dieſe unvernünftigen viehiſchen Menſchen zu einem geſitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige öſterreichiſche Miſſionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerſtämme am oberen Nil zu civiliſiren ſuchte, ſagt ausdrücklich, „daß unter ſolchen Wilden jede Miſſion durchaus nutzlos ſei. Sie ſtänden weit unter den unvernünftigen Thieren; dieſe letzteren legten doch wenigſtens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen ſie ſind; während jene viehiſchen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich ſeien."

Wenn nun aus dieſen und vielen anderen Zeugniſſen zuverläſſig hervorgeht, daß die geiſtigen Unterſchiede zwiſchen den niederſten Menſchen und den höchſten Thieren geringer ſind, als diejenigen zwiſchen den niederſten und den höchſten Menſchen, und wenn Sie damit die Thatſache zuſammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menſchenkinde ſich das Geiſtesleben aus dem tiefſten Zuſtande thieriſcher Bewußtloſigkeit heraus langſam, ſtufenweiſe und allmählich entwickelt, ſollen wir dann

Digitized by Google

noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Prozeß der Differenzirung und Vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [31]).

Unsere Entwickelungslehre erklärt den Ursprung des Menschen und den Lauf seiner historischen Entwickelung in der einzig natürlichen Weise. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Descendenztheorie in ihrer Anwendung auf den Menschen die ermuthigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Schon jetzt läßt sich mit Bestimmtheit voraussehen, daß der vollständige Sieg unserer Entwickelungslehre unermeßlich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Kulturgeschichte der Menschheit ohne Gleichen sind. Die nächste und unmittelbarste Folge desselben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach sich ziehen. Aus dieser neuen Menschenlehre wird sich eine neue Philosophie entwickeln, nicht gleich den meisten der bisherigen luftigen

Digitized by Google

Systeme auf metaphysische Spekulationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Schon jetzt hat der geistvolle englische Philosoph Herbert Spencer[45]) dazu einen Anfang gemacht. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt erschließt, so wird sie andrerseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das praktische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks[36]) bemerkt: „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei."

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufputz unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird aber erst möglich, wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur" erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Fritz Ratzel treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Familie und den Staat, nicht nach den Satzungen ferner Jahrhunderte, sondern nach den vernünftigen Prinzipien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch

Digitized by Google

aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden."

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst"! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst"! So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunkeln Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwickelung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

Digitized by Google

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (VI Edition: 1872.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (V. Auflage durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1872).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués. 2 Tomes. Paris 1809. Nouvelle edition, revue et précédée d'une introduction biographique par Charles Martins. Paris 1873.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Kapitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An essay on classification. Contributions to the natural history of the united states. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863. II. Aufl. 1873.

Digitized by Google

7. M. J. Schleiden, Die Pflanze und ihr Leben. VI. Aufl. Leipzig 1864.

8. Franz Unger, Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. Victor Carus, Syſtem der thieriſchen Morphologie. Leipzig 1853.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empiriſch-naturphiloſophiſche Studien in allgemein verſtändlicher Darſtellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X. Edit. 1868.)

12. Albert Lange, Geſchichte des Materialismus und Kritik ſeiner Bedeutung in der Gegenwart. Iſerlohn 1866. II. Aufl. 1873.

13. Charles Darwin, Naturwiſſenſchaftliche Reiſen. Deutſch von Ernſt Dieffenbach. 2 Thle. Braunſchweig 1844.

14. Charles Darwin, the variation of animals and plants under domestication. 2 Voll. London 1868. Ins Deutſche überſetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zuſtande der Domeſtikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernſt Haeckel, Studien über Moneren und andere Protiſten, nebſt einer Rede über Entwickelungsgang und Aufgabe der Zoologie. Mit 6 Kupfertafeln. Leipzig 1870.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unſere Kenntniß von den Urſachen der Erſcheinungen in der organiſchen Natur. Sechs Vorleſungen für Laien. Ueberſetzt von Carl Vogt. Braunſchweig 1865.

18. H. G. Bronn, Morphologiſche Studien über die Geſtaltungsgeſetze der Naturkörper überhaupt, und der organiſchen insbeſondere. Leipz. u. Heidelb. 1858.

19. H. G. Bronn, Unterſuchungen über die Entwickelungsgeſetze der organiſchen Welt während der Bildungszeit unſerer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernſt Bär, Ueber Entwickelungsgeſchichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828—1837.

21. Carl Gegenbaur, Grundriß der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (III. umgearbeitete Auflage 1874).

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels, oder Verſuch von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'ſchen Grundſätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernſt Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. Auguſt Weismann, Ueber den Einfluß der Iſolirung auf die Artbildung. Leipzig 1872.

Digitized by Google

25. Ernſt Haeckel, Ueber die Entſtehung und den Stammbaum des Menſchengeſchlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. Berlin 1868. (III. Auflage, 1872.)

26. Thomas Huxley, Zeugniſſe für die Stellung des Menſchen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeſchichte der menſchenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menſchen zu den nächſtniederen Thieren. Ueber einige foſſile menſchliche Ueberreſte. Ueberſetzt von Victor Carus. Braunſchweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorleſungen über den Menſchen, ſeine Stellung in der Schöpfung und in der Geſchichte der Erde. 2 Bde. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Menſch, ſeine Abſtammung und Geſittung im Lichte der Darwin'ſchen Lehre von der Art-Entſtehung und auf Grund der neueren geologiſchen Entdeckungen dargeſtellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menſchen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menſchengeſchlechts auf der Erde und der Urſprung der Arten durch Abänderung, nebſt einer Beſchreibung der Eiszeit. Ueberſetzt mit Zuſätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866. (IV. umgearbeitete Auflage. 1874).

32. Karl Zittel, Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeſchichte. München 1872.

33. C. Radenhauſen, Iſis. Der Menſch und die Welt. 4 Bde. Hamburg 1863. (II. Auflage 1871.)

34. Auguſt Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeſchichte des Menſchen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Urſprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernſt Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Ruſſel Wallace, Der malayiſche Archipel. Deutſch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunſchweig 1869.

37. Ernſt Haeckel, Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menſchenleben. Sammlung gemeinverſtändlicher wiſſenſchaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. IV. Serie. 1869. Heft 78. II. Auflage.

38. Hermann Helmholtz, Populäre wiſſenſchaftliche Vorträge. Braunſchweig 1871.

39. Alexander Humboldt, Anſichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Moritz Wagner, Die Darwinſche Theorie und das Migrationsgeſetz der Organismen. Leipzig 1868.

41. Rudolf Virchow, Vier Reden über Leben und Krankſein. Berlin 1862.

Digitized by Google

42. Friedrich Müller, Allgemeine Ethnographie. Wien 1873.

43. Ludwig Büchner, Der Mensch und seine Stellung in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. II. Aufl. Leipzig 1872.

44. John Lubbock, Prehistoric Times. London 1867. Deutsch von A. Passow unter dem Titel: Die vorgeschichtliche Zeit. Jena 1874.

45. Herbert Spencer, A System of Philosophy (1. First Principles. 2. Principles of Biology. 3. Principles of Psychology etc.). London 1867.

46. Wilhelm Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. Leipzig 1863.

47. Wallace Wood, Chronos. Mother Earth's Biography. London 1873.

48. Charles Darwin, The descent of man, and selection in relation to sex. 2 Voll. London 1871. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl". 2 Bde. Stuttgart 1871.

49. Charles Darwin, The expression of the emotions in man and animals. London 1872. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und den Thieren. Stuttgart 1872.

50. Ernst Häckel, Die Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Eine Monographie in zwei Bänden Text und einem Atlas mit 60 Tafeln Abbildungen. I. Band (Genereller Theil). Biologie der Kalkschwämme. II. Band (Specieller Theil). System der Kalkschwämme. III. Band (Illustrativer Theil). Atlas der Kalkschwämme. Berlin 1872.

51. Hermann Müller, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig 1873.

52. Ernst Häckel, Das Leben in den größten Meerestiefen; Sammlung von Virchow und Holtzendorff. V. Serie. 1870.

53. Friedrich Zöllner, Ueber die Natur der Kometen. Beiträge zur Geschichte und Theorie der Erkenntniß. Leipzig 1872.

54. Ernst Haeckel, Die Gasträa-Theorie, die phylogenetische Classification des Thierreichs und die Homologie der Keimblätter. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft. 1874. Bd. VIII.

55. David Friedrich Strauß, Der alte und der neue Glaube. Ein Bekenntniß. Leipzig 1872. Sechste Auflage 1874.

56. Ernst Haeckel, Anthropogenie oder Entwickelungsgeschichte des Menschen. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Grundzüge der menschlichen Keimes- und Stammes-Geschichte. Mit 12 Tafeln, 210 Holzschnitten und 36 genetischen Tabellen. Leipzig 1874.

Digitized by Google

Anhang.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I (zwiſchen S. 168 und 169).

Lebensgeſchichte eines einfachſten Organismus, eines Moneres (Protomyxa aurantiaca). Vergl. S. 165 und S. 379. Das Titelbild iſt eine verkleinerte Copie der Abbildungen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren“ (Biologiſche Studien, I. Heft, 1870; Taf. I) von der Entwickelungsgeſchichte der Protomyxa aurantiaca gegeben habe. Dort findet ſich auch die ausführliche Beſchreibung dieſes merkwürdigen Moneres (S. 11—30). Ich habe dieſen einfachſten Organismus im Januar 1867 während meines Aufenthaltes auf der canariſchen Inſel Lanzarote entdeckt; und zwar fand ich ihn feſtſitzend oder umherkriechend auf den weißen Kalkſchalen eines kleinen Cephalopoden (S. 473), der Spirula Peronii, welche daſelbſt maſſenhaft auf der Meeresoberfläche ſchwimmen und an den Strand geworfen werden. Protomyxa aurantiaca zeichnet ſich vor den übrigen Moneren durch die ſchöne und lebhafte orangerothe Farbe ihres ganz einfachen Körpers aus, der lediglich aus Urſchleim oder Protoplasma beſteht. Das vollkommen entwickelte Moner iſt in Fig. 11 und 12 ſtark vergrößert dargeſtellt. Wenn daſſelbe hungert (Fig. 11), ſtrahlen von der Oberfläche des kugeligen Schleimkörperchens ringsum Maſſen von baumförmig veräſtelten beweglichen Schleimfäden (Scheinfüßchen oder Pſeudopodien) aus, welche ſich nicht netzförmig verbinden. Wenn aber das Moner frißt (Fig. 12), treten dieſe Schleimfäden vielfach mit einander in Verbindung, bilden veränderliche Netze und umſpinnen die zur Nahrung dienenden fremden Körperchen, welche ſie nachher in die Mitte des Protomyxa-Körpers hineinziehen. So wird eben in Fig. 12 (oben rechts) ein kieſelſchaliger bewimperter Geißelſchwärmer (Peridinium, S. 377, 383) von den ausgeſtreckten Schleimfäden gefangen und nach der Mitte des Schleimkügelchens hingezogen, in welchem bereits mehrere halbverdaute kieſelſchalige Infuſorien (Tintinnoiden) und Diatomeen (Iſthmien) liegen. Wenn nun die Protomyxa genug gefreſſen hat und gewachſen iſt, zieht ſie ihre Schleimfäden alle ein (Fig. 15) und

Digitized by Google

zieht sich kugelig zusammen (Fig. 16 und Fig. 1). In diesem Ruhezustande schwigt die Kugel eine gallertige structurlose Hülle aus (Fig. 2) und zerfällt nach einiger Zeit in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen (Fig. 3). Diese fangen bald an, sich zu bewegen, nehmen Birnform an (Fig. 4), durchbrechen die gemeinsame Hülle (Fig. 5) und schwimmen nun mittelst eines haarfeinen, geißelförmigen Fortsatzes frei im Meere umher, wie Geißelschwärmer oder Flagellaten (S. 383, Fig. 11). Wenn sie nun eine Spirula-Schale oder einen anderen passenden Gegenstand antreffen, lassen sie sich auf diesem nieder, ziehen ihre Geißel ein und kriechen mittelst formwechselnder Fortsätze langsam auf demselben umher (Fig. 6, 7, 8), wie Protamoeben (S. 167, 378). Diese kleinen Schleimkörperchen nehmen Nahrung auf (Fig. 9, 10) und gehen entweder durch einfaches Wachsthum oder, indem mehrere zu einem größeren Schleimkörper (Plasmodium) verschmelzen (Fig. 13, 14), in die erwachsene Form über (Fig. 11, 12).

Taf. II und III (zwischen S. 272 und 273).

Keime oder Embryen von vier verschiedenen Wirbelthieren, nämlich Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Mensch (D und H). Fig. A—D stellt ein früheres, Fig. E—H ein späteres Stadium der Entwickelung dar. Alle acht Embryen sind von der rechten Seite gesehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B sind siebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtschaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menschen und der übrigen Säugethiere (vergl. auch S. 513, 530 u. f. w.).

Taf. IV (zwischen S. 362 und 363).

Hand oder Vorderfuß von neun verschiedenen Säugethieren. Diese Tafel soll die Bedeutung der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie erläutern, indem sie nachweist, wie sich die innere Skeletform der Gliedmaßen durch Vererbung beständig erhält, trotzdem die äußere Form durch Anpassung außerordentlich verändert wird. Die Knochen des Hand-Skelets sind weiß in das braune Fleisch und die Haut eingezeichnet, von denen sie umschlossen werden. Alle neun Hände sind genau in derselben Lage dargestellt, nämlich die Handwurzel (an welche sich oben der Arm ansetzen würde) nach oben gerichtet, die Fingerspitzen oder Zehenspitzen nach unten. Der Daumen oder die erste (große) Vorderzehe ist in jeder Figur links, der kleine Finger oder die fünfte Zehe dagegen rechts am Rande der Hand sichtbar. Jede Hand besteht aus drei Theilen, nämlich I. der Handwurzel (Carpus), welche aus zwei Querreihen von kurzen Knochen zusammengesetzt ist (am oberen Rande der Hand); II. der Mittelhand (Metacarpus), welche aus fünf langen und starken Knochen zusammengesetzt ist

Digitized by Google

(in der Mitte der Hand, durch die Ziffern 1—5 bezeichnet); und III. den fünf Fingern oder Vorderzehen (Digiti), von denen jede wieder aus mehreren (meist 2—3) Zehengliedern (Phalanges) besteht. Die Hand des Menschen (Fig. 1) steht ihrer ganzen Bildung nach in der Mitte zwischen derjenigen der beiden nächstverwandten großen Menschenaffen, nämlich des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3). Weiter entfernt sich davon schon die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4) und noch viel mehr die Hand oder die Brustflosse des Seehundes (Fig. 5). Noch vollständiger als bei letzterem wird die Anpassung der Hand an die Schwimm-Bewegung und ihre Umbildung zur Ruderflosse beim Delphin (Ziphius, Fig. 6). Während hier die in der Schwimmhaut ganz versteckten Finger und Mittelhandknochen kurz und stark bleiben, werden sie dagegen außerordentlich lang und dünn bei der Fledermaus (Fig. 7), wo sich die Hand zum Flügel ausbildet. Den äußersten Gegensatz dazu bildet die Hand des Maulwurfs (Fig. 8), welche sich in eine kräftige Grabschaufel umgewandelt hat, mit außerordentlich verkürzten und verdickten Fingern. Viel ähnlicher als diese letzteren Formen (Fig. 5—8) ist der menschlichen Hand die Vorderpfote des niedrigsten und unvollkommensten aller Säugethiere, des australischen Schnabelthiers (Ornithorhynchus, Fig. 9), welches in seinem ganzen Bau unter allen bekannten Säugethieren der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform dieser Klasse am nächsten steht. Es hat sich also der Mensch in der Umbildung seiner Hand durch Anpassung weniger von dieser gemeinsamen Stammform entfernt, als die Fledermaus, der Maulwurf, der Delphin, der Seehund und viele andere Säugethiere.

Taf. V (zwischen S. 432 und 433).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 344 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinerungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben ungefähr den Grad der Entwickelung an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 404 und 405).

Taf. VI (zwischen S. 440 und 441).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den paläontologischen Perioden der organischen Erdgeschichte. Durch die horizontalen

Digitized by Google

Linien g h, i k, l m und n o sind die fünf großen Zeitalter der organischen Erdgeschichte von einander getrennt. Das Feld g a b h umfaßt den archolithischen, das Feld l g h k den paläolithischen, das Feld l i k m den mesolithischen und das Feld n l m o den cenolithischen Zeitraum. Der kurze anthropolithische Zeitraum ist durch die Linie n o angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entspricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie sie sich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwischen abgelagerten neptunischen Schichten abschätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithische und primordiale Zeitraum, während dessen die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich allein für sich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zusammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrscheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit schon während der mittleren Primordialzeit (in der cambrischen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas später, während die Gliederthiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Taf. VII (zwischen S. 456 und 457).

Gruppe von Pflanzenthieren (Zoophyten oder Coelenteraten) im Mittelmeere. In der oberen Hälfte zeigt sich ein Schwarm von schwimmenden Medusen und Ctenophoren, in der unteren Hälfte einige Büsche von Korallen und Hydroidpolypen, auf dem Boden des Meeres festgewachsen (vergl. das System der Pflanzenthiere, S. 452, und gegenüber den Stammbaum derselben, S. 453). Unter den festsitzenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenstock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt ist und gleich dieser zur Gruppe der achtzähligen Rindenkorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Personen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtstrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocoralla, S. 455). Unmittelbar darunter und davor sitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Busch von Hydroidpolypen (2) aus der Gruppe der Glockenpolypen oder Campanularien (S. 456). Ein größerer Stock der Hydroidpolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien, erhebt sich mit seinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An seiner Basis breitet sich ein Stock von Kieselschwämmen (Halichondria) aus (4), mit stumpfen fingerförmigen Aesten (S. 454). Dahinter sitzt, links unten (5), eine sehr große Seerose (Actinia), eine einzelne Person aus der Abtheilung der sechszähligen Korallen (Hexacoralla, S. 455). Ihr niedriger cylindrischer Körper trägt eine Krone von sehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) sitzt eine Seeanemone

Digitized by Google

(Cereanthus), aus der Gruppe der vierzähligen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt sich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) ein Kelchpolyp (Lucernaria), als Repräsentant der Haftquallen (Podactinarien oder Calycozoen, S. 452). Sein becherförmiger gestielter Körper (7) trägt am Rande acht kugelige Büschel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den schwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte der Tafel VII einnehmen, sind vorzüglich die Hydromedusen wegen ihres Generationswechsels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) schwimmt eine kleine Tiara-Qualle (Oceania), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Auffatz von der Form einer päpstlichen Tiara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von sehr feinen und langen Fangfäden herab. Diese Oceanie entwickelt sich aus Röhrenpolypen, welche der links unten sitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieser letzteren schwimmt eine große, aber sehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr scheibenförmiger, flach gewölbter Körper zieht sich eben zusammen und preßt Wasser aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die sehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgestoßene Wasser in einen kegelförmigen Busch zusammengedrängt, der sich ungefähr in der Mitte kragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, dessen Mundöffnung von vier Mundlappen umgeben ist. Diese Aequorea stammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanularia (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen stammt auch die kleine, flach gewölbte Mützenqualle (Eucope) ab, welche oben in der Mitte schwimmt (10). In diesen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Hydromedusen, besteht der Generationswechsel darin, daß die frei schwimmenden Medusen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (also durch ungeschlechtliche Zeugung, S. 172), aus festsitzenden Hydroidpolypen (2, 3) entstehen. Diese letzteren aber entstehen aus den befruchteten Eiern der Medusen (also durch geschlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechselt mithin regelmäßig die ungeschlechtliche, festsitzende Polypen-Generation (I, III, V u. s. w.) mit der geschlechtlichen, frei schwimmenden Medusen-Generation ab (II, IV, VI u. s. w.). Auch dieser Generationswechsel ist nur durch die Descendenztheorie erklärbar.

Dasselbe gilt auch von einer nahe verwandten, aber noch auffallenderen Form der Fortpflanzung, welche ich 1864 bei Nizza an den Rüsselquallen (Geryonida) entdeckt und Alloeogonie oder Alloeogenesis genannt habe. Hier stammen nämlich zwei ganz verschiedene Medusenformen von einander ab, welche auf Tafel VII in Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die größere und höher entwickelte Generation (11), Geryonia oder Carmarina, ist sechszählig, mit 6 blattförmigen Geschlechtsorganen und 6 langen, sehr beweglichen Randfäden versehen.

Digitized by Google

Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüſſel frei herab, an deſſen Ende ſich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenhöhle ſitzt ein langer, zungenförmiger Knospenzapfen (der auf Tafel VII, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgeſtreckt iſt). Auf dieſer Zunge knospen an der geſchlechtsreifen Geryonia eine Menge von kleinen Medusen hervor. Dieſe ſind aber keine Geryonien, ſondern gehören einer ganz anderen und ſehr verſchiedenen Medusenform an, nämlich der Gattung Cunina, aus der Familie der Aeginiden. Dieſe Cunina (12) iſt ganz anders gebaut; ſie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüſſel, iſt in der Jugend achtzählig, ſpäter ſechzehnzählig, hat 16 taſchenförmige Geſchlechtsorgane und 16 kurze, ſtarre, ſteif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über dieſe wunderbare Allocogenesis iſt in meinen „Beiträgen zur Naturgeſchichte der Hydromedusen" (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzuſehen, deren erſtes Heft eine Monographie der Rüſſelquallen oder Geryoniden mit ſechs Kupfertafeln enthält.

Noch intereſſanter und lehrreicher, als dieſe merkwürdigen Verhältniſſe, ſind die Lebenserſcheinungen der Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich ſchon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menſchenleben"[27] gemeinverſtändlich dargeſtellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beiſpiel derſelben iſt auf Tafel VII die ſchöne Physophora (13) abgebildet. Dieſer ſchwimmende Hydromedusenſtock wird an der Oberfläche des Meeres ſchwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblaſe, welche in der Abbildung über den Waſſerſpiegel vorragt. Unterhalb derſelben iſt eine Säule von vier Paar Schwimmglocken ſichtbar, welche Waſſer ausſtoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieſer Schwimmglockenſäule ſitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten ſpindelförmigen Taſtpolypen, welche zugleich die Deckſtücke bilden, unter deren Schutz die übrigen Individuen des Stockes (freſſende, fangende und zeugende Perſonen) verſteckt ſind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieſer Physophora) habe ich zuerſt 1866 auf der canariſchen Inſel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeſchichte der Siphonophoren" beſchrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht 1869). Sie iſt reich an intereſſanten Thatſachen, die ſich nur durch die Deſcendenztheorie erklären laſſen.

Ebenfalls nur durch die Abſtammungslehre zu verſtehen iſt der merkwürdige Generationswechſel der höheren Medusen, der Scheibenquallen (Discomedusae, S. 452), als deren Repräſentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet iſt (14). Aus dem Grunde des ſtark gewölbten glockenförmigen Schirmes, deſſen Rand zierlich gezackt iſt, hängen vier ſehr lange und ſtarke Arme herab. Die ungeſchlechtlichen Polypen, von denen dieſe Scheibenquallen abſtammen, ſind höchſt einfache Urpolypen, von dem gewöhn-

Digitized by Google

lichen Süßwaſſerpolypen (Hydra) nur wenig verſchieden. Auch den Generationswechſel dieſer Discomedusen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung [81]) beſchrieben und durch das Beiſpiel der Aurelia erläutert.

Endlich iſt auch die letzte Klaſſe der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammquallen (Ctenophora, S. 456) auf Tafel VII durch zwei Repräſentanten vertreten. Links in der Mitte, zwiſchen der Aequorea (9), der Phyſophora (13) und der Cunina (12) windet ſich ſchlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das iſt der herrliche große Venusgürtel des Mittelmeeres (Cestum), der in allen Regenbogenfarben ſchillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thiers iſt nur ſehr klein, und ebenſo gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben ſchwebt (16). An dieſer ſind die acht charakteriſtiſchen Wimperrippen oder Flimmerkämme der Ctenophoren ſichtbar, ſowie zwei lange Fangfäden.

Taf. VIII und IX (zwiſchen S. 482 und 483).

Entwickelungsgeſchichte der Sternthiere (Echinoderma oder Estrella). Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechſel derſelben (S. 482) an einem Beiſpiele aus jeder der vier Klaſſen von Sternthieren. Die Seeſterne (Asterida) ſind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoida) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und endlich die Seegurken (Holothuriae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 480 und 481). Die auf einander folgenden Stadien der Entwickelung ſind durch die Ziffern 1—6 bezeichnet.

Taf. VIII ſtellt die individuelle Entwickelung der erſten, ungeſchlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen (gewöhnlich unrichtig Larven genannt). Dieſe Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurmperſon. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen weſentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menſchen und der anderen Thiere übereinſtimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menſchen iſt das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, ſtructurloſen Membran (Zona pellucida) umſchloſſen, und enthält einen glashellen, kugeligen Zellenkern (Nucleus), der einen Nucleolus umſchließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt ſich zunächſt durch wiederholte Zellentheilung ein kugeliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieſer verwandelt ſich in eine ſehr einfache Amme, welche ungefähr die Geſtalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A 2 — D 2). Der Rand der Pantoffelöffnung iſt von einer flimmernden Wimperſchnur umſäumt, durch deren Wimperbewegung die mikroſkopiſch kleine, durchſichtige Amme im Meere frei umherſchwimmt. Dieſe Wimperſchnur iſt in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den ſchmalen, abwechſelnd hell und dunkel geſtreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet ſich nun zunächſt einen ganz einfachen Darmkanal zur Ernährung, mit Mund (o),

Digitized by Google

Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimperſchnur complicirter und es entſtehen armartige Fortſätze (Fig. A3 — D3). Bei den Seeſternen (A 4) und den Seeigeln (C 4) werden dieſe armartigen, von der Wimperſchnur umſäumten Fortſätze ſpäterhin ſehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B3) und den Seewalzen (D4) verwandelt ſich ſtatt deſſen die geſchloſſene, anfangs in ſich ſelbſt ringförmig zurücklaufende Wimperſchnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieſer ſonderbaren Amme nun entwickelt ſich durch einen ungeſchlechtlichen Zeugungsprozeß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche ſpäterhin geſchlechtsreif wird. Dieſe zweite Generation, welche in entwickeltem Zuſtande auf Taf. IX abgebildet iſt, entſteht urſprünglich als ein Stock (Cormus) von fünf, ſternförmig mit einem Ende verbundenen Würmern, wie am klarſten bei den Seeſternen, der älteſten und urſprünglichſten Form der Sternthiere, zu erkennen iſt. Die zweite Generation eignet ſich von der erſten, auf deren Koſten ſie wächſt, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund und After neu ſich bilden. Die Wimperſchnur und der Reſt des Ammenkörpers gehen ſpäterhin verloren. Anfänglich iſt die zweite Generation (A5—D5) kleiner, darauf nicht viel größer als die Amme, während ſie ſpäterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder ſelbſt tauſendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typiſchen Repräſentanten der vier Sternthier-Klaſſen mit einander vergleicht, ſo wird man leicht gewahr, daß ſich die urſprüngliche Art der Entwickelung bei den Seeſternen (A) und Seeigeln (C) am beſten durch Vererbung conſervirt hat, während ſie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) ſtark zuſammengezogen worden iſt.

Taf. IX zeigt die entwickelten und geſchlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundſeite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn ſie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seeſternen (A6) und Seeigeln (C6) nach unten, bei den Seelilien (B6) nach oben, und bei den Seegurken (D6) nach vorn gerichtet iſt. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die ſternförmige, fünfſtrahlige Mundöffnung. Bei den Seeſternen (A6) geht von deren Ecken eine mehrfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterſeite jedes Armes bis zur Spitze hin. Bei den Seelilien (B6) iſt jeder Arm von der Baſis an geſpalten und gefiedert. Bei den Seeigeln (C6) ſind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken endlich (D6) ſind äußerlich an dem ſcheinbar wurmähnlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme ſichtbar.

Digitized by Google

Taf. X und XI (zwischen S. 486 und 487).

Entwickelungsgeschichte der Krebsthiere (Crustacea). Die beiden Tafeln erläutern die Entwickelung der verschiedenen Crustaceen aus der gemeinsamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. XI sind sechs Krebsthiere aus sechs verschiedenen Ordnungen in vollkommen entwickeltem Zustande dargestellt, während auf Taf. X die nauplusartigen Jugendformen derselben abgebildet sind. Aus der wesentlichen Uebereinstimmung dieser letzteren läßt sich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) die Abstammung aller verschiedenen Crustaceen von einer einzigen gemeinsamen Stammform, einem längst ausgestorbenen Nauplius behaupten, wie zuerst Fritz Müller[18] in seiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin" dargethan hat.

Taf. X zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchseite, so daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen dreigliederigen Rumpfe ansitzen. Das erste von diesen Beinpaaren ist einfach und ungespalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelspaltig sind. Alle drei Paare sind mit steifen Borsten besetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers ist der ganz einfache, gerade Darmkanal sichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung besitzt. Vorn über dem Munde sitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen diesen wesentlichen Eigenschaften der Organisation stimmen die sechs Nauplius-Formen ganz überein, während die sechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerst verschiedenartig organisirt sind. Die Unterschiede der sechs Nauplius-Formen beschränken sich auf ganz untergeordnete und unwesentliche Verhältnisse in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieselben in geschlechtsreifem Zustande in dieser Form im Meere antreffen würde, so würde jeder Zoologe sie als sechs verschiedene Species eines Genus betrachten (vergl. S. 487).

Taf. XI stellt die ausgebildeten und geschlechtsreifen Krebsformen, die sich aus jenen sechs Nauplius-Arten ontogenetisch — und also auch phylogenetisch! — entwickelt haben, von der rechten Seite gesehen dar. Fig. Ae zeigt einen frei schwimmenden Süßwasserkrebs (Limnetis brachyura) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda) schwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Crustaceen steht diese Ordnung, welche zur Legion der Kiemenfüßer (Branchiopoda) gehört, der ursprünglichen gemeinsamen Stammform des Nauplius am nächsten. Die Limnetis ist in eine zweiklappige Schale (wie eine Muschel) eingeschlossen. In unserer Figur (welche nach Grube copirt ist), sieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte ist weggenommen. Vorn hinter dem Auge sieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Füße der rechten Körperseite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben ist das Thier mit der Schale verwachsen.

Digitized by Google

Fig. B c stellt einen gemeinen, frei schwimmenden Süßwasserkrebs (Cyclops quadricornis) aus der Ordnung der Ruderkrebse (Eucopepoda) stark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge sieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere ist. Dahinter folgen die Kiefer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelspaltig sind. Hinter diesen sind die beiden großen Eiersäcke am Grunde des Hinterleibes sichtbar.

Fig. C c ist ein schmarotzender Ruderkrebs (Lernaeocera esocina) aus der Ordnung der Fischläuse (Siphonostoma). Diese sonderbaren Krebse, welche man früher für Würmer hielt, sind durch Anpassung an das Schmarotzerleben aus den frei schwimmenden Ruderkrebsen (Eucopepoda) entstanden und gehören mit ihnen zu derselben Legion (Copepoda, S. 488). Indem sie sich an den Kiemen oder der Haut von Fischen, oder an andern Krebsen festsetzten und von deren Körpersaft ernährten, büßten sie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchsen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibsel der fast ganz verloren gegangenen Beine erhalten sich noch auf der Bauchseite in Form von kurzen spitzen Borsten. Zwei von diesen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) sind in unserer Figur (rechts) sichtbar. Oben am Kopf sieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren gespalten sind. In der Mitte des Körpers sieht man den Darmkanal durchschimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben ist. Neben seinem hinteren Ende sieht man den Eileiter und die Kittdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparats. Aeußerlich hängen die beiden großen Eiersäcke (wie bei Cyclops, Fig. B). Unsere Lernaeocera ist halb vom Rücken, halb von der rechten Seite gesehen und schwach vergrößert.

Fig. D c zeigt eine festsitzende sogenannte „Entenmuschel" (Lepas anatifera), aus der Ordnung der Rankenkrebse (Cirripedia). Diese Krebse, über welche Darwin eine höchst sorgfältige Monographie geliefert hat, sind in eine zweiklappige Kalkschale, gleich den Muscheln, eingeschlossen, und wurden daher früher allgemein (sogar noch von Cuvier) für muschelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erst durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Jugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Crustaceen-Natur festgestellt. Unsere Figur zeigt eine „Entenmuschel" in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiklappigen Schale ist entfernt, so daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen sieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleischiger Stiel aus (in unserer Figur nach oben gekrümmt), mittelst dessen der Rankenkrebs an Felsen, Schiffen u. s. w. festgewachsen ist. Auf der Bauchseite sitzen sechs Fußpaare. Jeder Fuß ist gabelig in zwei lange, mit Borsten besetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken" gespalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindrische Schwanz vor.

Digitized by Google

Fig. Ee ſtellt einen ſchmarotzenden Sackkrebs (Sacculina purpurea) aus der Ordnung der Wurzelkrebſe (Rhizocephala) dar. Dieſe Paraſiten haben ſich durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben in ähnlicher Weiſe aus den Rankenkrebſen (Fig. De) entwickelt, wie die Fiſchläuſe (Cc) aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Bc). Jedoch iſt die Verkümmerung durch die ſchmarotzende Lebensweiſe und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meiſten Fiſchläuſen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge verſehenen Krebſe, der in ſeiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherſchwamm, iſt ein unförmlicher ungegliederter Sack, eine rothe Wurſt geworden, welche nur noch Geſchlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge ſind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende iſt die Geſchlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber iſt ein dichtes Büſchel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfaſern hervorgewachſen. Dieſe breiten ſich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einſiedlerkrebſes (Pagurus) aus, an dem der Wurzelkrebs ſchmarotzend feſtſitzt, und aus welchem er ſeine Nahrung ſaugt. Unſere Figur (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, iſt ſchwach vergrößert und zeigt den ganzen wurſtförmigen Sackkrebs mit allen Wurzelfaſern, die aus dem Leibe des Wohnthieres herausgezogen ſind.

Fig. Fc iſt eine Garneele (Peneus Mülleri), aus der Ordnung der Zehnfüßer (Decapoda), zu welcher auch unſer Flußkrebs und ſein nächſter Verwandter, der Hummer, ſowie die kurzſchwänzigen Krabben gehören. Dieſe Ordnung enthält die größten und gaſtronomiſch wichtigſten Krebſe, und gehört ſammt den Maulfüßern und Spaltfüßern zur Legion der ſtieläugigen Panzerkrebſe (Podophthalma). Unſere Garneele zeigt, ebenſo wie unſer Flußkrebs, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erſte viel kürzer wie das zweite), dann drei Kiefer und drei Kieferfüße, dann fünf ſehr lange Beine (von denen bei Peneus die drei vorderen mit Scheeren verſehen und das dritte das längſte iſt). Endlich ſitzen an den 5 erſten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch dieſe Garneele, welche zu den höchſt entwickelten und vollkommenſten Krebſen gehört, entſteht nach Fritz Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII), und beweiſt ſomit, daß auch die höheren Cruſtaceen ſich aus derſelben Nauplius-Form, wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 487).

Taf. XII und XIII (zwiſchen S. 510 und 511).

Die Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere und der Wirbelloſen (vergl. S. 466 und 510). Dieſe wird definitiv begründet durch Kowalevsky's wichtige, von Kupffer beſtätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niederſten Wirbelthieres, des Lanzetthieres oder Amphioxus, in ihren weſentlichen Grundzügen völlig über-

Digitized by Google

einſtimmt mit derjenigen der wirbelloſen Seeſcheiden oder Ascidien, aus der Klaſſe der Manteltiere oder Tunicaten. Auf unſern beiden Tafeln iſt die Ascidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XIII ſtellt dieſe beiden ſehr verſchiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite geſehen, das Mundende nach oben, das entgegengeſetzte Ende nach unten gerichtet. Daher iſt in beiden Figuren die Rückenſeite nach rechts, die Bauchſeite nach links gewendet. Beide Figuren ſind ſchwach vergrößert, und die innere Organiſation der Thiere iſt durch die durchſichtige Haut hindurch deutlich ſichtbar. Die erwachſene Seeſcheide (Fig. A 6) ſitzt unbeweglich auf dem Meeresboden feſtgewachſen auf, und klammert ſich an Steinen und dergl. mittelſt beſonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachſene Amphioxus dagegen (Fig. B 6) ſchwimmt frei umher, wie ein Fiſchchen. Die Buchſtaben bedeuten in beiden Figuren daſſelbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis. c Rückenſtrang oder Chorda dorſalis. d Darm. e Eierſtock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiemenkorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Teſtikel (bei der Seeſcheide mit dem Eierſtock zu einer Zwitterdrüſe vereinigt). o After. p Geſchlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryen in der Leibeshöhle der Ascidie. r Floſſenſtrahlen der Rückenfloſſe von Amphioxus. s Schwanzfloſſe des Lanzetthieres. w Wurzeln der Ascidie.

Taf. XII ſtellt die Ontogeneſis oder die individuelle Entwickelung der Ascidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verſchiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 iſt das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menſchen und aller anderen Thiere (Fig. A 1 das Ei der Seeſcheide, Fig. B 1 das Ei des Lanzetthieres). Die eigentliche Zellſubſtanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der ſogenannte Eidotter, iſt von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und ſchließt einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieſer wiederum ein Kernkörperchen oder Nucleolus (x) ein. Wenn ſich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächſt in zwei Zellen. Indem ſich dieſe wiederum theilen, entſtehen zunächſt vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus dieſen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entſteht ſo aus dem einfachen Ei ein kugeliger Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C, D). Indem ſich im Inneren deſſelben Flüſſigkeit anſammelt, entſteht eine kugelige, von einer Zellenſchicht umſchloſſene Blaſe. An einer Stelle ihrer Oberfläche ſtülpt ſich dieſe Blaſe taſchenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Dieſe Einſtülpung iſt die Anlage des Darms, deſſen Höhle (d 1) ſich durch den proviſoriſchen Larvenmund (d 4) nach außen öffnet. Die Darmwand, welche zugleich Körperwand iſt, beſteht jetzt aus zwei Zellenſchichten („Keimblättern"). Nun wächſt die kugelige Larve („Gaſtrula", S. 443) in die Länge. Fig. A 5 zeigt die Larve der Ascidie, Fig. B 5 diejenige des Amphioxus, von der linken Seite geſehen, in etwas weiterer Entwickelung. Die Darmhöhle (d 1) hat ſich ge-

Digitized by Google

ſchloſſen. Die Rückenwand des Darms (d 2) iſt concav, die Bauchwand (d 3) convex gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf deſſen Rückenſeite, hat ſich das Medullarrohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, deſſen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwiſchen Rückenmark und Darm iſt der Rückenſtrang oder die Chorda dorſalis (c) entſtanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der Ascidie ſetzt ſich dieſe Chorda (c) in den langen Ruderſchwanz fort, ein Larvenorgan, welches ſpäter bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige ſehr kleine Ascidien (Appendicularia), welche ſich nicht verwandeln und feſtſetzen, ſondern zeitlebens mittelſt ihres Ruderſchwanzes frei im Meere umherſchwimmen.

Die ontogenetiſchen Thatſachen, welche auf Taf. XII ſchematiſch dargeſtellt ſind, und welche erſt 1867 bekannt wurden, beanſpruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geſchätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anſchauung der bisherigen Zoologie zwiſchen den Wirbelthieren und den ſogenannten „Wirbelloſen“ beſtand. Dieſe Kluft wurde allgemein für ſo bedeutend und für ſo unausfüllbar gehalten, daß ſogar angeſehene und der Entwickelungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hinderniſſe für dieſelbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidie dieſes Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht ſie es uns zum erſten Male möglich, den Stammbaum des Menſchen unter den Amphioxus hinab in den vielverzweigten Stamm der „wirbelloſen“ Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierſtämme entſprungen ſind.

Taf. XIV (zwiſchen S. 528 und 529).

Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Wirbelthierſtammes, darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere und die geſchichtliche Entwickelung ihrer verſchiedenen Klaſſen während der paläontologiſchen Perioden der Erdgeſchichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 502). Durch die horizontalen Linien ſind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien ſind die Klaſſen und Unterklaſſen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klaſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Klaſſen, welche wegen der weichen Beſchaffenheit ihres Körpers keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorhinen und Dipneuſten) iſt der Lauf der Entwickelung hypothetiſch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwiſchen den drei Schö-

Digitized by Google

pfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie existiren. Die wichtigsten Anhaltspunkte zur hypothetischen Ergänzung der paläontologischen Lücken liefert hier, wie überall, das biogenetische Grundgesetz, welches sich auf den innigen Causalnexus zwischen der Ontogenie und Phylogenie stützt (vergl. S. 276 und 361, sowie Taf. VIII—XIII). Ueberall müssen wir die individuelle Entwickelung als eine kurze und schnelle (durch die Gesetze der Vererbung verursachte, durch die Gesetze der Anpassung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologischen Stammesentwickelung betrachten. Dieser Satz ist das „Ceterum censeo" unserer Entwickelungslehre.

Die Angaben über das erste Erscheinen oder den Entstehungszeitraum der einzelnen Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere sind auf Taf. XIV (abgesehen von den angeführten hypothetischen Ergänzungen) möglichst streng den paläontologischen Thatsachen entnommen. Jedoch ist zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entstehung der meisten Gruppen wahrscheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Versteinerungen anzeigen. Ich stimme hierin mit den Ansichten Huxley's überein, habe jedoch auf Taf. V und XIV hiervon abgesehen, um mich nicht zu sehr von den paläontologischen Thatsachen zu entfernen.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 512, 513). 1. Thierische Moneren. 2. Thierische Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Synamoebae). 4. Flimmerschwärmer (Planaea). 5. Urdarmthiere (Gastraea). 6. Strudelwürmer (Tubellaria). 7. Manteltbiere (Tunicata). 8. Lanzettthier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 16. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselhecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coeloscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Ceratodus. 27a. Ausgestorbener Ceratodus der Trias. 27b. Lebender australischer Ceratodus. 28. Afrikanischer Lurchfisch (Protopterus) und Amerikanischer Lurchfisch (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Gabeldorner oder Dichthakanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Stamm-

Digitized by Google

säuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Villiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplacentalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes, von Linné irrthümlich Homo sapiens genannt).

Taf. XV (am Ende des Buches).

Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde. Selbstverständlich beansprucht die hier graphisch skizzirte Hypothese nur einen ganz provisorischen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man sich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse die Ausstrahlung der Menschenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrscheinliche Urheimath oder „Paradies" ist hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener tropischer Continent, dessen frühere Existenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie sehr wahrscheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 619). Indessen ist es auch sehr möglich, daß die hypothetische „Wiege des Menschengeschlechts" weiter östlich (in Hinter- oder Vorder-Indien) oder weiter westlich (im östlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologische und paläontologische Forschungen werden uns hoffentlich in den Stand setzen, die vermuthliche Lage der menschlichen Urheimath genauer zu bestimmen, als es gegenwärtig möglich ist.

Wenn man unserer monophyletischen Hypothese die polyphyletische vorzieht und annimmt, daß die verschiedenen Menschenarten aus mehreren verschiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entstanden sind, so scheint unter den vielen, hier möglichen Hypothesen am meisten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithekoide Wurzel des Men-

Digitized by Google

schengeschlechts annimmt, eine asiatische und eine afrikanische Wurzel. Es ist nämlich eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß die afrikanischen Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse) sich durch eine entschieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenso wie die Afrika eigenthümlichen Menschenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite stimmen die asiatischen Menschenaffen (insbesondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweise für Asien bezeichnenden Menschenarten (Mongolen und Malayen) überein. Man könnte daher wohl versucht sein, diese letzteren (asiatische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen brachycephalen Affenform, die ersteren dagegen (afrikanische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropische Afrika und das südliche Asien (und zwischen beiden möglicherweise das sie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menschengeschlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entschieden ausgeschlossen sind bei dieser Frage dagegen Amerika und Australien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünstigte westliche Halbinsel von Asien ist) besitzt schwerlich für die „Paradies-Frage" Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verschiedenen Menschenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographische Verbreitung auf unserer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den gröbsten Zügen angedeutet werden konnten, versteht sich von selbst. Die zahlreichen Kreuz- und Querwanderungen der vielen Zweige und Stämme, sowie ihre oft sehr einflußreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberücksichtigt bleiben. Um diese einigermaßen klar darzustellen, müßten erstens unsere Kenntnisse viel vollständiger sein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verschiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unsere Taf. XV beansprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographische Verbreitung der 12 Menschenarten so anzudeuten, wie sie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermanischen Rasse) bestand, und wie sie sich ungefähr mit unserer Descendenzhypothese in Einklang bringen läßt. Auf die geographischen Verbreitungsschranken (Gebirge, Wüsten, Flüsse, Meerengen u. s. w.) brauchte bei dieser allgemeinen Migrationsskizze im Einzelnen um so weniger ängstliche Rücksicht genommen zu werden, als diese in früheren Perioden der Erdgeschichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmähliche Umbildung von katarhinen Affen in pithekoide Menschen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetischen Lemurien stattfand, so müssen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere gewesen sein. Auch der sehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologischen Fra-

Digitized by Google

gen von der Wanderung und Verbreitung der Menſchenarten große Bedeutung beanſpruchen, obwohl er ſich im Einzelnen noch nicht näher beſtimmen läßt. Ich verwahre mich alſo hier, wie bei meinen anderen Entwickelungshypotheſen, ausdrücklich gegen jede dogmatiſche Deutung; ſie ſind weiter nichts als erſte Verſuche.

Taf. XVI (zwiſchen S. 456 und 457).

Entwickelungsgeſchichte eines Kalkſchwammes (Olynthus). Vergl. S. 456. Das Ei des Olynthus (Fig. 9), welcher die gemeinſame Stammform aller Kalkſchwämme darſtellt, iſt eine einfache Zelle (Fig. 1). Aus dieſer entſteht durch wiederholte Theilung (Fig. 2) ein kugeliger, maulbeerförmiger Haufen von lauter gleichartigen Zellen (Morula, Fig. 3; S. 442). Indem ſich die letzteren in äußere, helle flimmernde Zellen (Exoderm) und innere, dunkle flimmerloſe Zellen (Entoderm) ſondern, entſteht die Flimmerlarve oder Planula (Fig. 4). Dieſe wird eiförmig und im Inneren bildet ſich eine Höhle (Magenhöhle oder Urdarm, Fig. 6 g), mit einer Öffnung (Mundöffnung oder Urmund, Fig. 6 o); die Wand der Magenhöhle beſteht aus zwei Zellenſchichten oder Keimblättern, dem äußeren flimmernden Exoderm (e) und dem inneren flimmerloſen Entoderm (i). So entſteht die äußerſt wichtige Darmlarve oder Gaſtrula, welche bei den verſchiedenſten Thierſtämmen als gemeinſame Jugendform wiederkehrt (Fig. 5 von außen, Fig. 6 im Längsſchnitt geſehen; vergl. S. 443 und 581). Nachdem die Gaſtrula eine Zeitlang im Meere umher geſchwommen iſt, ſetzt ſie ſich auf dem Meeresboden feſt, verliert die äußeren Flimmerhaare und verwandelt ſich in die Ascula (Fig. 7 von außen, Fig. 8 im Längsſchnitt geſehen; Buchſtaben wie in Fig. 6). Dieſe Ascula wiederholt nach dem biogenetiſchen Grundgeſetze die gemeinſame Stammform aller Pflanzenthiere, den Protascus (S. 446, 449). Indem in ihrer Magenwand Hauptporen (p) und dreiſtrahlige Kalknadeln entſtehen, verwandelt ſie ſich in den Olynthus (Fig. 9). Aus der vorderen Magenwand des Olynthus iſt in Fig. 9 ein Stück herausgeſchnitten, um die innere Magenhöhle und die in der Magenfläche ſich bildenden Eier (g) zu zeigen. Aus dem Olynthus können ſich die verſchiedenſten Formen von Kalkſchwämmen entwickeln. Eine der merkwürdigſten iſt die Aſcometra (Fig. 10), ein Stock, aus welchem verſchiedene Species und ſogar verſchiedene Gattungsformen hervorwachſen (links Olynthus, in der Mitte Nardorus, rechts Soleniscus u. ſ. w.). Das Nähere über dieſe höchſt intereſſanten Formen und ihre hohe Bedeutung für die Deſcendenz-Theorie vergl. in meiner Monographie der Kalkſchwämme (1872), beſonders im erſten Bande, S. 474, 481.

Digitized by Google

Register.

Abänderung 197.
Abeſſinier 617, 624.
Acoelomen 463, 465.
Acranien 506, 512, 584.
Acyttarien 377, 387.
Adaptation 197.
Aethiopier 617, 624.
Affen 545, 570.
Affenmenſchen 590, 597.
Agaſſiz (Louis) 56, 62, 64.
Ahnenreihe des Menſchen 578, 592.
Akalephen 457, 460.
Algen 404, 406.
Alluvial-Syſtem 345.
Altajer 605, 612.
Amerikaner 604, 613.
Amnionloſe 512, 517.
Amnionthiere 512, 526.
Amnioten 512, 526.
Amoeben 379, 579.
Amoeboiden 379.
Amphibien 517, 523.
Amphioxus 508, 584.
Amphirhinen 511, 513.
Anamnien 512, 517.
Angioſpermen 404, 430.
Anneliden 465, 466.
Anorgane 5, 291.
Anorganologie 5.
Anpaſſung 81, 139, 197.
— abweichende 221.
— actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
Anpaſſung, correlative 216.
— cumulative 209.
— direkte 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geſchlechtliche 205.
— indirekte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 204.
— monſtröſe 205.
— potentielle 201, 204.
— ſexuelle 205.
— ſprungweiſe 205.
— unbeſchränkte 223.
— unendliche 223.
— univerſelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechſelbezügliche 216.
Anpaſſungsgeſetze 203.
Anthozoen 458.
Anthropocentriſche Weltanſchauung 35.
Anthropoiden 571, 575, 590.
Anthropolithiſches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 617, 624.
Arachniden 492, 494.
Arbeitstheilung 241, 251, 456.
Archezoen 448, 450.
Archigonie 164, 301.
Archolithiſches Zeitalter 340, 344.
Arier 617, 625.
Ariſtoteles 50, 69.

Digitized by Google

Art 37, 244, 601.
Arthropoden 448, 484.
Articulaten 437.
Ascidien 466, 510.
Asconen 457.
Asteriden 478, 480.
Atavismus 186.
Australier 604, 609.
Autogenie 302.

Bär (Carl Ernst) 96.
Bär's Abstammungslehre 97.
— Entwickelungsgeschichte 262.
— Thiertypen 48, 436.
Basken 616.
Bastarde 130, 180, 245.
Bastardzeugung 41, 189, 245.
Bathybius 165, 306, 379.
Berber 617, 624.
Beutelherzen 509.
Beutelthiere 540, 543, 588.
Beutler 540.
Bevölkerungszahlen 626.
Bildnerinnen 308.
Bildungstriebe 80, 226, 300.
Biogenetisches Grundgesetz 276, 361.
Biologie 5.
Blumenlose 402, 404.
Blumenpflanzen 404, 427.
Blumenthiere 458.
Brachiopoden 471.
Bruno (Giordano) 21, 64.
Brustlose 538, 540.
Bryozoen 464, 466.
Buch (Leopold) 95.
Büchner (Louis) 98.
Büschelhaarige Menschen 603, 626.

Calcispongien 456, 460.
Cambrisches System 340, 345.
Carbonisches System 342, 345.
Carus (Victor) 97.
Causale Weltanschauung 16, 67.
Chamisso (Adalbert) 185.
Chinesen 605, 611.
Chorologie 312.
Cenolithisches Zeitalter 344, 346.
Cephalopoden 473, 474.
Cochliden 473, 474.
Coelenteraten 452, 460.
Coelomaten 463, 465.
Coniferen 404, 429.
Cormophyten 403.
Correlation der Theile 196.
Crinoiden 480, 483.
Crustaceen 486, 488.
Ctenophoren 452, 456.
Cuvier (George) 46.
Cuvier's Kataklysmentheorie 53.
— Paläontologie 49.
— Revolutionslehre 53.
— Schöpfungsgeschichte 54.
— Speciesbegriff 46.
— Streit mit Geoffroy 78.
— Thiersystem 48.
— Thiertypen 48, 436.
Cycadeen 404, 429.
Cyclostomen 511, 512.
Cytoden 308.

Darwin (Charles) 117.
Darwinismus 133.
Darwin's Korallentheorie 118.
— Leben 117.
— Reise 117.
— Selectionstheorie 133.
— Taubenstudium 125.
— Züchtungslehre 133.
Darwin (Erasmus) 105.
Deciduathiere 544, 557.
Deciduslose 544, 550.
Decksamige 404, 430.
Deduction 77, 647.
Demokritus 21.
Denken 654.
Devonisches System 342, 345.
Diatomeen 377, 385.
Dicke der Erdrinde 349.
Dicotylen 404, 431.
Differenzirung 241, 253.
Diluvial-System 345.
Dipneusten 512, 520.
Divergenz 241.
Drachen 32.

Digitized by Google

Dravida 604, 614.
Dualistische Weltanschauung 19, 67.
Dysteleologie 14, 644.

Echiniden 480, 484.
Echinodermen 476, 480.
Egypter 617, 624.
Ei des Menschen 170, 265, 579.
Eidechsen 530.
Eier 170, 178.
Eifurchung (Eitheilung) 170, 266, 580.
Einheit der Natur 20, 301.
Einheitliche Abstammungshypothese 371.
Einkeimblättrige 404, 431.
Eiszeit 324, 348.
Eithiere 448, 450.
Eiweißkörper 294.
Elephant 559.
Empirie 71, 640.
Endursache 20, 31.
Eocen-System 345, 346.
Erbadel 161.
Erblichkeit 158.
Erbsünde 161.
Erbweisheit 161.
Erkenntnisse aposteriori 29, 636.
— apriori 29, 636.
Erklärung der Erscheinungen 28.
Ernährung 199.
Estrellen 476.

Fadenpflanzen 404, 414.
Farne 420, 464.
Filicinen 404, 421.
Finnen 605, 612.
Fische 515, 516.
Flagellaten 377, 382.
Flechten 404, 416.
Flederthiere 544, 563.
Flimmerkugeln 383.
Flimmerschwärmer 442, 444.
Flugeidechsen 530, 531.
Fortpflanzung 164.
— amphigone 175.
— geschlechtliche 175.
— jungfräuliche 177.
— monogone 164.
Fortpflanzung, sexuelle 175.
— ungeschlechtliche 164.
Fortschritt 247, 252.
Freke 106.
Fulater 604, 615.

Gasträa 444, 445.
Gasträaden 452, 581.
Gastrula 443, 444.
Gattung 37.
Gegenbaur 278, 491, 503.
Gehirnentwickelung 270.
Geist 20, 650.
Geistige Entwickelung 635, 650.
Geißelschwärmer 377, 382.
Gemmation 172.
Generationswechsel 187, 482.
Genus 37.
Geocentrische Weltanschauung 35.
Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
Germanen 617, 625.
Geschlechtstrennung 176.
Gestaltungskräfte 80, 300.
Gibbon 570, 576.
Glauben 8, 628.
Gliederthiere 448, 484.
Gliedfüßer 485.
Goethe (Wolfgang) 78.
Goethe's Abstammungslehre 82.
— Bildungstriebe 82, 226.
— Biologie 80.
— Entwickelungslehre 82.
— Gottesidee 64.
— Materialismus 20, 651.
— Metamorphose 81.
— Naturanschauung 20.
— Naturforschung 73.
— Naturphilosophie 73.
— Pflanzenmetamorphose 74.
— Specifikationstrieb 81.
— Wirbeltheorie 75.
— Zwischenkieferfund 76.
Gonochorismus 176.
Gonochoristen 176.
Gorilla 570, 575.
Gottesvorstellung 64.
Grant 106.

Digitized by Google

Gregarinen 448, 451.
Griechen 617, 625.
Gymnospermen 404, 428.

Halbaffen 544, 558, 589.
Halisaurier 512, 521.
Hasenkaninchen 131, 245.
Hausthiere 122.
Heliozoen 389.
Herbert 105.
Heredität 158.
Hermaphroditismus 176.
Hermaphroditen 176.
Herschel's Kosmogenie 285.
Himategen 583, 592.
Hirnblasen des Menschen 271.
Holothurien 480, 484.
Hooker 106.
Hottentotten 607, 626.
Hüllcytoden 308.
Hüllzellen 308.
Hufthiere 552, 554.
Huxley 106, 130, 568.
Hybridismus 189, 245.
Hydromedusen 458, 460.

Japanesen 605, 612.
Individuelle Entwickelung 261.
Indochinesen 605, 612.
Indogermanen 617, 625.
Induction 77, 647.
Infusionsthiere 448, 451.
Infusorien 448, 451.
Inophyten 404, 414.
Insekten 494, 496.
Insektenfresser 545, 561.
Instinkt 635.
Iraner 617, 624.
Juden 617, 624.
Jura-System 343, 345.

Kaffern 607, 626.
Kalkschwämme 456, 460.
Kammerwesen 387.
Kammquallen 459, 460.
Kampf um's Dasein 143, 225.
Kant (Immanuel) 89.
Kant's Abstammungslehre 93.
— Erdbildungstheorie 92.
— Entwickelungstheorie 285.
— Kritik der Urtheilskraft 91.
— Mechanismus 34, 91.
— Naturphilosophie 90.
Katallakten 377, 384.
Katarhinen 570, 573.
Kaukasier 615, 616.
Keimknospenbildung 173.
Keimzellenbildung 174.
Kiemenbogen des Menschen 274.
Kiemenkerfe 486, 488.
Kieselzellen 377, 385.
Klima-Wechsel 323.
Kloakenthiere 539, 543.
Knochenfische 516, 519.
Knospenbildung 172.
Kohlenstoff 293, 299.
Kohlenstofftheorie 298.
Koreo-Japaner 605, 612.
Kosmogenie 285.
Kosmologische Gastheorie 287.
Kopernikus 35.
Korallen 458, 460.
Kraken 473, 474.
Krebse 486, 488.
Kreide-System 343, 345.
Krocodile 530.
Krustenthiere 486, 488.
Kryptogamen 402, 404.
Kulturpflanzen 122.

Labyrinthläufer 377, 384.
Labyrinthuleen 377, 384.
Lamarck (Jean) 98.
Lamarck's Abstammungslehre 100.
— Anthropologie 102, 565.
— Naturphilosophie 99.
Lamarckismus 134.
Lamellibranchien 472, 474.
Lanzetthiere 508, 512.
Laplace's Kosmogenie 285.
Laurentisches System 340, 345.
Lebenskraft 20, 297.
Lemurien 321, 619.
Leonardo da Vinci 51.

Digitized by Google

Leptocardier 506, 512.
Leuconen 457.
Linné (Carl) 36.
Linné's Artenbenennung 37.
— Pflanzenklassen 401.
— Schöpfungsgeschichte 40.
— Speciesbegriff 37.
— System 36.
— Thierklassen 436.
Lockenhaarige Menschen 606, 626.
Lurche 512, 523.
Lurchfische 512, 520.
Lyell (Charles) 112.
Lyell's Schöpfungsgeschichte 114.

Magyaren 605, 612.
Malayen 604, 610.
Malthus' Bevölkerungstheorie 143.
Mammalien 536, 545.
Manteltiere 466, 510.
Marsupialien 540, 543, 588.
Materialismus 32.
Materie 20, 651.
Mechanische Ursachen 31, 67.
Mechanische Weltanschauung 16, 67.
Mechanismus 34, 91.
Medusen 458, 460.
Menschenaffen 571, 575.
Menschenarten 593, 604.
Menschenrassen 593, 601, 604.
Menschenseele 651.
Menschenspecies 593, 604.
Mesolithisches Zeitalter 344, 350.
Metagenesis 185.
Metamorphismus der Erdschichten 354.
Metamorphose 81.
Migrationsgesetz 331.
Migrationstheorie 326.
Miocen-System 345, 346.
Mittelländer 604, 615.
Mollusken 469, 474.
Moneren 165, 305, 378, 578.
Monerula 441, 444.
Mongolen 604, 611.
Monismus 32.
Monistische Weltanschauung 19, 67.
Monocotylen 404, 431.
Monoglottonen 621, 626.
Monogonie 164.
Monophyleten 371, 599.
Monophyletische Descendenzhypothese 371.
Monorhinen 511, 512.
Monosporogonie 174.
Monotremen 539, 543.
Morphologie 20.
Morula 442, 444.
Mose 404, 419.
Mose's Schöpfungsgeschichte 34.
Mosthiere 464, 466.
Muscheln 472, 474.
Müller (Fritz) 45, 66, 486.
Müller (Johannes) 278, 511.
Muscinen 404, 419.
Myriapoden 493, 494.
Myxomyceten 377, 385.

Nacktsamige 404, 428.
Nadelhölzer 404, 429.
Nagethiere 545, 559.
Naturphilosophie 70.
Neger 608, 626.
Nematelminthen 464, 466.
Nesselthiere 457, 460.
Newton 23, 94.
Nichtzwitter 176.
Nubier 604, 614.

Oecologie 645.
Oken (Lorenz) 86.
Oken's Entwickelungsgeschichte 262.
— Infusorientheorie 87.
— Naturphilosophie 86.
— Urschleimtheorie 86.
Olynthus 456.
Ontogenesis 261.
Ontogenie 9, 361.
Orang 571, 576.
Organe 5.
Organismen 5, 291.
Ovularien 448, 450.

Paarnasen 511, 513.
Paläolithisches Zeitalter 342, 344.
Paläontologie 49.

Digitized by Google

Paliſſy 52.
Palmfarne 404, 429.
Pander (Chriſtian) 262.
Papua 606, 626.
Paradies 619.
Parallelismus der Entwickelung 279.
Parthenogeneſis 177.
Permiſches Syſtem 342, 345.
Petrefacten 50.
Pflanzenthiere 460.
Phanerogamen 404, 427.
Philoſophie 71, 640.
Phylogenie 10, 361.
Phylogeneſis 261.
Phylum 370.
Phyſiologie 20.
Pilze 404, 415.
Pithekoidentheorie 646.
Placentalien 544, 548.
Placentalthiere 544, 548.
Placentner 544, 548.
Planäa 442, 444.
Planäaden 452, 580.
Plannla 443, 452, 580.
Plasma 166, 294.
Plasmogonie 302.
Plaſtiden 308.
Plaſtidentheorie 294, 309.
Plattnaſige Affen 570, 573.
Plattwürmer 463, 464.
Platyelminthen 463, 464.
Platyrhinen 570, 573.
Pleiſtocen-Syſtem 345, 346.
Pliocen-Syſtem 345, 346.
Polarmenſchen 604, 612.
Polyglottonen 620, 626.
Polypenquallen 458, 460.
Polyſporogonie 173.
Polyphyleten 371, 599.
Polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe 372.
Polypen 459.
Polyneſier 604, 610.
Poriferen 454, 460.
Primärzeit 342, 344.
Primordialzeit 340, 344.
Prochordaten 578.
Promammalien 543, 588.
Protamnien 587, 592.
Protamoeben 378.
Prothallophyten 403, 417.
Prothallospflanzen 403, 417.
Protiſten 375.
Protophyten 404, 407.
Protoplasma 166, 294.
Protoplaſten 377, 379.
Protozoen 438, 448, 450.

Radiaten 437, 438.
Radiolarien 296, 329, 389.
Räderthiere 464, 466.
Raſſen 247.
Raubthiere 544, 561.
Recent-Syſtem 345.
Reptilien 529, 531.
Rhizopoden 377, 385.
Ringelwürmer 464, 466.
Rohrherzen 506, 512.
Romanen 617, 625.
Rotatorien 464, 466.
Rudimentäre Augen 13, 255.
— Beine 13.
— Flügel 256.
— Griffel 14.
— Lungen 257.
— Milchdrüſen 258.
— Muskeln 12.
— Nickhaut 12.
— Organe 11, 255.
— Schwänze 258.
— Staubfäden 14.
— Zähne 11.
Rückſchlag 186, 441, 579.
Rundmäuler 511, 512.
Rundwürmer 464, 466.

Sackwürmer 583, 592.
Säugethiere 536, 545.
Saurier 529.
Schaafhauſen 98.
Schädelloſe 506, 512, 584.
Schädelthiere 507, 512.
Scheinhufthiere 544, 559.
Schildkröten 530.
Schimpanſe 570, 575.

Digitized by Google

Schirmquallen 458, 460.
Schlangen 530.
Schleicher 529, 531.
Schleicher (August) 96, 598.
Schleiden (J. M.) 97.
Schleimpilze 377, 385.
Schlichthaarige Menschen 605, 609.
Schmalnasige Affen 570, 573.
Schmelzfische 516, 518.
Schnabelreptilien 531, 532.
Schnabelthiere 538, 543.
Schnecken 473, 474.
Schöpfer 58, 64.
Schöpfung 7.
Schöpfungsmittelpunkt 313.
Schwämme 454, 460.
Schwanz des Menschen 258, 274.
Scoleciden 582, 592.
Secundärzeit 344, 350.
Seedrachen 512, 521.
Seeigel 480, 494.
Seele 64, 635, 652.
Seelilien 480, 483.
Seesterne 478, 480.
Seewalzen 480, 484.
Selbsttheilung 171.
Semiten 617, 624.
Sexualcharaktere 188, 237.
Silurisches System 340, 345.
Slaven 617, 625.
Sonnenwesen 389.
Species 37, 244, 601.
Specifische Entwickelung 277.
Spencer (Herbert) 106, 657.
Sperma 176.
Spielarten 247.
Spirobranchien 471, 474.
Spinnen 492, 494.
Spongien 454, 460.
Sporenbildung 174.
Sporogonie 174.
Stamm 370.
Stammbaum der
— Affen 571.
— Amphibien 517.
— Anamnien 517.
— Araber 624.
Stammbaum der
— Arachniden 495.
— Arier 625.
— Arthropoden 489, 495.
— Coelenteraten 461.
— Crustaceen 489.
— Echinodermen 481.
— Egypter 624.
— Fische 517.
— Germanen 625.
— Gliederthiere 489, 495.
— Gräcoromanen 625.
— Hamiten 624.
— Hufthiere 555.
— Indogermanen 625.
— Insekten 495.
— Juden 624.
— Katarhinen 571.
— Krebse 489.
— Mammalien 545.
— Menschenarten 605, 626.
— Menschengeschlechts 571, 578.
— Menschenrassen 605.
— Mollusken 475.
— Organismus 398, 399.
— Pflanzen 405.
— Pflanzenthiere 461.
— Platyrhinen 571.
— Säugethiere 545.
— Semiten 624.
— Slaven 625.
— Spinnen 495.
— Sternthiere 481.
— Thiere 449.
— Tracheaten 495.
— Ungulaten 555.
— Vertebraten 513.
— Weichthiere 475.
— Wirbelthiere 513.
— Würmer 465.
— Zoophyten 461.
Stammsänger 538, 543.
Steinkohlen-System 342, 345.
Sternthiere 476, 480.
Sternwürmer 464, 466.
Stockpflanzen 403.
Straffhaarige Menschen 606, 626.

Digitized by Google

Strahlthiere 437, 438.
Strahlweſen 389.
Strudelwürmer 463, 581.
Syconen 457.
Synamoeben 442, 579.
System der
— Affen 570.
— Arachniden 494.
— Arthropoden 488, 494.
— Beutelthiere 543.
— Coelenteraten 460.
— Cruſtaceen 448.
— Didelphien 543.
— Echinodermen 480.
— Erdſchichten 345.
— Fiſche 516.
— Formationen 345.
— Geſchichtsperioden 344.
— Gliederthiere 488, 494.
— Hufthiere 554.
— Inſekten 494, 501.
— Katarhinen 570.
— Krebſe 488.
— Mammalien 543, 544.
— Marſupialien 543.
— Menſchenarten 604.
— Menſchenraſſen 604.
— Menſchenvorfahren 592.
— Monodelphien 544.
— Mollusken 474.
— Pflanzen 404.
— Pflanzenthiere 460.
— Placentalthiere 544.
— Placentner 544.
— Platyrhinen 570.
— Protiſten 377.
— Reptilien 531.
— Säugethiere 543, 544.
— Schleicher 531.
— Spinnen 494.
— Sternthiere 480.
— Thiere 448.
— Tracheaten 494.
— Ungulaten 554.
— Vertebraten 512.
— Weichthiere 474.
— Wirbelthiere 512.
Syſtem der
— Würmer 464.
— Zeiträume 344.
— Zoophyten 460.
Syſtematiſche Entwickelung 277.

Taſcheln 471, 474.
Tange, 404, 406.
Tataren 605, 612.
Tauſendfüßer 493, 494.
Teleologie 89, 259.
Teleologiſche Weltanſchauung 19, 67.
Tertiärzeit 344, 346.
Thallophyten 403, 404.
Thalluspflanzen 403, 404.
Thierſeele 635, 652.
Tokogonie 164.
Tracheaten 490, 494.
Transmutationstheorie 4.
Treviranus 83.
Trias-Syſtem 343, 345.
Turbellarien 463, 581.
Türken 605, 612.
Tunicaten 466. 510.

Uebergangsformen 631.
Umbildungslehre 4.
Unger (Franz) 97.
Ungulaten 552, 554.
Unpaarnaſen 511, 512, 584.
Unzweckmäßigkeit der Natur 18.
Unzweckmäßigkeitslehre 14, 644.
Uralier 605, 612.
Uramnioten 587, 592.
Urcytoden 308.
Urfiſche 515, 585.
Urgeſchichte des Menſchen 595.
Urmenſchen 620.
Urpflanzen 404, 407.
Urſprung der Sprache 598, 620.
Urtange 404, 407.
Urthiere 438, 448, 450.
Urweſen 375.
Urzellen 308.
Urzeugung 301, 369.

Variabilität 197.

Digitized by Google

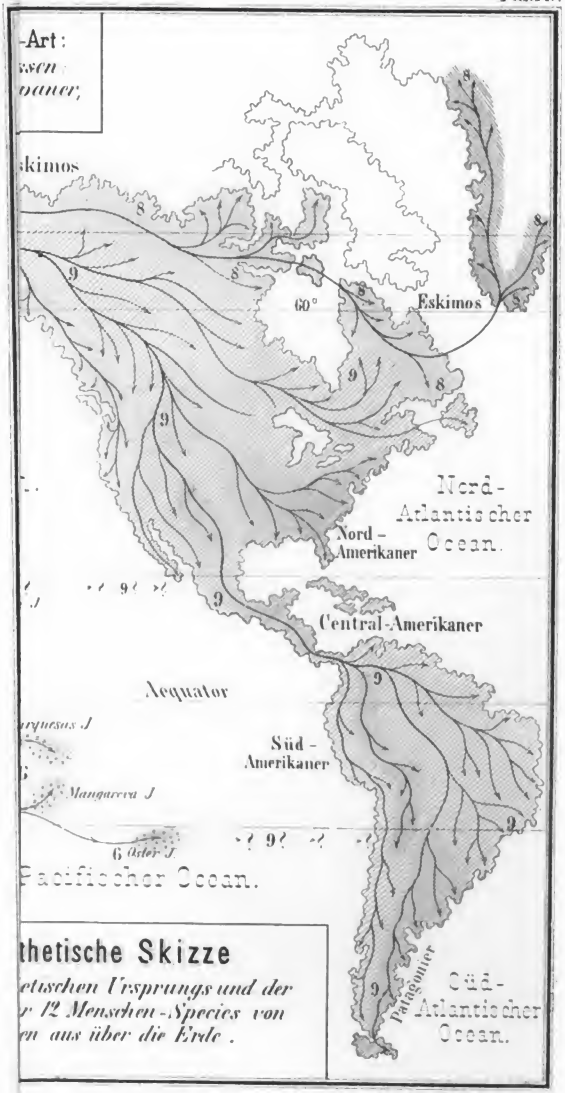
Variation 197.
Varietäten 247.
Veränderlichkeit 197.
Vererbung 157, 182.
— abgekürzte 190.
— amphigone 188.
— angepaßte 191.
— befeſtigte 194.
— beiderſeitige 18.
— conſervative 183.
— conſtituirte 194.
— continuirliche 184.
— erhaltende 183.
— erworbene 191.
— fortſchreitende 191.
— gemiſchte 188.
— geſchlechtliche 187.
— gleichörtliche 195.
— gleichzeitliche 194.
— homochrone 194.
— homotope 195.
— latente 184.
— progreſſive 191.
— ſexuelle 187.
— unterbrochene 184.
— ununterbrochene 184.
— vereinfachte 190.
Vererbungsgeſetze 182.
Vermenſchlichung 17, 60.
Verſteinerungen 50.
Vertebraten 505, 512.
Vervollkommnung 247, 253.
Vielheitliche Abſtammungshypotheſe 372.
Vitaliſtiſche Weltanſchauung 16, 67.
Vließhaarige Menſchen 603, 626.
Vögel 512, 532.
Vorfahren des Menſchen 578, 592.

Wagner (Moritz) 328.
Wagner (Andreas) 123.
Wallace (Alfred) 121.
Wallace's Chorologie 321, 332.
Wallace's Selectionstheorie 121.
Walthiere 544, 596.
Wanderungen der Menſchenarten 618.
Wanderungen der Organismen 314.
Wechſelbeziehung der Theile 216, 220.
Weichthiere 469, 474.
Weichwürmer 582, 592.
Weiſ's Selectionstheorie 134.
Willensfreiheit 100, 212, 654.
Wimperinfuſorien 451.
Wirbelloſe 436, 505.
Wirbelthiere 500, 512.
Wiſſen 8, 628.
Wolff's Entwickelungstheorie 262.
Wollhaarige Menſchen 603, 605.
Wunder 20.
Wurzelfüßer 377, 385.
Würmer 462, 464.

Zahl der Bevölkerung 626.
Zahnarme 544, 557.
Zellen 168.
Zellenbildung 307.
Zellenkern 168.
Zellentheilung 169.
Zellentheorie 307.
Zellhaut 168.
Zellſtoff 168.
Zeugung 164, 301.
Zoophyten 452, 460.
Züchtung, äſthetiſche 240.
— geſchlechtliche 236.
— gleichfarbige 235.
— künſtliche 136, 152, 227.
— mediciniſche 155.
— militäriſche 153.
— muſikaliſche 238.
— natürliche 151, 225.
— pſychiſche 240.
— ſexuelle 236.
— ſpartaniſche 152.
Zweckmäßigkeit der Natur 17.
Zweckthätige Urſachen 31, 67.
Zweikeimblättrige 404, 431.
Zwitter 176.
Zwitterbildung 176.

Druck von Fr. Frommann in Jena.

Digitized by Google



Digitized by Google

?

Digitized by Google

Digitized by Google